

# GRAĐEVINSKA I TEHNIČKO-TEHNOLOŠKA OBILJEŽJA SKLADIŠTA ZA KRUMPIR NA POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU "FURDI"

---

Srpak, Viktor

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Križevci University of Applied Sciences / Veleučilište u Križevcima**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:185:430921>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Križevci University of Applied Sciences](#)



**REPUBLIKA HRVATSKA  
VELEUČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Srpak Viktor, student

**GRAĐEVINSKA I TEHNIČKO – TEHNOLOŠKA  
OBILJEŽJA SKLADIŠTA ZA KRUMPIR NA  
POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU „FURDI“**

**ZAVRŠNI RAD**

Križevci, 2024.

**REPUBLIKA HRVATSKA**  
**VELEUČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Stručni prijediplomski studij *Poljoprivreda*

Viktor Srpak, student

**GRAĐEVINSKA I TEHNIČKO – TEHNOLOŠKA**  
**OBILJEŽJA SKLADIŠTA ZA KRUMPIR NA**  
**POLJOPRIVREDNOM GOSPODARSTVU „FURDI“**  
**ZAVRŠNI RAD**

Povjerenstvo za obranu i ocjenu završnoga rada:

1. dr. sc. Siniša Srećec, prof. struč. stud. - predsjednik povjerenstva
2. mr. sc. Miomir Stojnović, v. pred. - mentor i član povjerenstva
3. Milan Suša, mag. ing. agr. , asistent - član povjerenstva

Križevci, 2024.

# SADRŽAJ

## SAŽETAK

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED LITERATURE</b> .....	3
2.1. Botanička klasifikacija .....	3
2.2. Morfološka svojstva krumpira .....	3
2.2.1. Koriijen.....	4
2.2.2. Stabljika.....	4
2.2.3. Gomolj.....	5
2.2.4. List .....	7
2.2.5. Cvijet.....	7
2.2.6. Plod .....	8
2.3. Vađenje krumpira .....	9
2.4. Skladištenje .....	10
2.4.1. Skladištenje krumpira na domaćinstvu .....	11
2.4.2. Skladištenje u intenzivnim proizvodnjama .....	11
2.4.3. Prijam i manipulacija krumpira u paletnom skladištu.....	14
2.4.4. Uvjeti za skladištenje krumpira .....	15
2.4.5. Postupci prilikom uskladištenja krumpira.....	16
2.4.6. Važnost agrotehnike uzgoja krumpira za skladištenje .....	18
2.4.7. Gubiteci pri skladištenju.....	18
2.4.8. Sprječavanje klijanja krumpira .....	19
2.4.9. Pakiranje i transport krumpira .....	19
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	22
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	23
4.1. Razlozi pokretanja projekta .....	23
4.2. Lokacija i tlocrt .....	24
4.3. Građevinska obilježja .....	27
4.3.1. Zemljani radovi .....	27
4.3.2. Betonski i armirano betonski radovi .....	27
4.3.3. Bravarski radovi .....	28
4.3.4. Limarski radovi .....	29
4.3.5. Stolarski radovi.....	29
4.3.6. Elektroinstalacije .....	30
4.4. Tehničko-tehnološka obilježja.....	30
4.5. Sustavi i oprema u skladištu .....	31

4.5.1. Sustav za provjetravanje i hlađenje u skladištu.....	31
4.5.2. Drveni sanduci – boks palete .....	33
4.5.3. Usipni koš (bunker) .....	34
4.5.4. Dvostrani punjač sanduka (boxfüller) Grimme GBF .....	35
4.5.6. Kalibrator Web grader ST-0920 .....	36
4.5.7. Transportna traka.....	37
4.5.8. Viličari.....	37
4.5.9. Diesel agregat .....	38
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>39</b>
<b>6. POPIS LITERATURE.....</b>	<b>40</b>

## **SAŽETAK**

U radu se istražuju građevinska i tehničko-tehnološka obilježja skladišta za krumpir na poljoprivrednom gospodarstvu „Furdi“ u Hodošanu, Međimurska županija. Gospodarstvo raspolaže s 90 ha obradivih površina, od čega je u 2023. godini na 10,09 ha uzgajan krumpir. U radu su korištene metode intervjuiranja vlasnika radi prikupljanja, analize i obrade primarnih podataka o tehnici i tehnologiji proizvodnje i skladištenja krumpira na gospodarstvu, kao i metoda prikupljanja i analize sekundarnih, literaturnih izvora na temu tehnike i tehnologije skladištenja krumpira. Korištena je i metoda izračuna i analizetroškova izgradnje skladišta za krumpir.

Suvremeno skladište za krumpir kapaciteta 344 tone izgrađeno je 2020. godine. Vrijednost investicije bila je nešto više od 390.000,00 Eura. U izgradnji skladišta korišteni su suvremeni građevinski materijali, montažni predgotovljeni zidni i krovni sendvič-paneli izvrsnih termo-izolacijskih svojstava. Skladište je opremljeno suvremenom opremom za kvalitetno skladištenje krumpira u boks paletama, kako bi se povećala sigurnost proizvodnje, čuvanja i plasmana krumpira na tržište.

**Ključne riječi:** krumpir, skladištenje, građevinska obilježja, tehničko-tehnološka obilježja

## 1. UVOD

Krumpir je jedna od najvažnijih ratarskih kultura. Zajedno s kukuruzom, pšenicom i rižom po proizvodnji zauzima vodeće mjesto u svijetu. Zbog sadržaja i dobrog odnosa hranjivih tvari krumpir je jedna od najvažnijih namirnica u ljudskoj prehrani. Značaj mu se ogleda u kaloričnoj vrijednosti i visokom sadržaju visokovrijednih bjelančevina. U 1 kg krumpira nalazi se oko 750-900 kalorija te biološki visokovrijedne bjelančevine koje sadrže esencijalne aminokiseline (Gadžo i sur. 2011). Uloga krumpira u hranidbi stoke je veoma značajna. Može se koristiti na različite načine: svježi ili kuhani gomolji, osušeni gomolji ili kao komponenta u silaži zajedno s drugim krmnim kulturama. Nusproizvodi industrijske prerade krumpira također predstavljaju dobru i kvalitetnu stočnu hranu. U procesu industrijske prerade iz gomolja krumpira se dobiva škrob koji je važna sirovina u farmaceutskoj, prehrambenoj, tekstilnoj i drugim granama industrije. Iz škroba se dobiva dekstrin, škrobni sirup, glukoza i alkohol koji također imaju široku upotrebu u različitim granama industrije. Krumpir vodi porijeklo iz Južne Amerike, iz visokih predjela Anda, odnosno južnoameričkih država Čilea i Perua, gdje se uzgajao prije 8.000 godina. U tim područjima i danas raste preko 160 vrsta iz roda *Solanum*. Smatra se da je krumpir došao u Europu sredinom 16. stoljeća i to iz peruanske luke Callao 1565. godine kao poklon sa pečatom kralja Perua koji je poslan kralju Španjolske Filipu II., te se širio po ostalim zemljama Europe. Skoro dva stoljeća krumpir je uzgajan samo u botaničkim vrtovima kao dekorativna biljka, a zatim postaje i privredno značajna kultura. Rasprostranjenost krumpira je dosta široka, uzgaja se do 70° sjeverne i 50° južne geografske širine (Gadžo i sur. 2011). Procijenjena ukupna svjetska proizvodnja krumpira u 2020. iznosila je 359 071 403 metričke tone (FAO STAT). Kina je najveći proizvođač, s udjelom od 21,8% u svjetskoj proizvodnji, a slijedi je Indija s 14,3%. Na temelju podataka iz FAO STAT-a u Hrvatskoj je 2021. godine proizvedeno 127830 tona krumpira. Potreba i trend smanjenja troškova u suvremenim gospodarskim sustavima postavili su nove uvjete poslovanja u poduzećima i tvrtkama. U razvoju tehnologija i proizvodnje može se postići vrlo malo. Zbog toga sve veću značajku imaju logistika i optimizacija opskrbnih lanaca. Glavni zadatak logistike je krajnjem potrošaču omogućiti takozvani sustav JIT (Just In Time) "pravi proizvod na pravom mjestu u pravo vrijeme". Skladišni sustavi ili skladišta su jedan od najvažnijih dijelova logistike. Čuvanje proizvoda u skladištima zaustavlja ili prekida tok robe, što dovodi do povećanja troškova proizvodnje pa je nužno skladištenje provesti na najefikasniji mogući način. Za skladištenje krumpira postoje specijalizirana, propisana i

visoko opremljena skladišta (komore) u koja se, uz strogo propisane upute, skladišti krumpir.



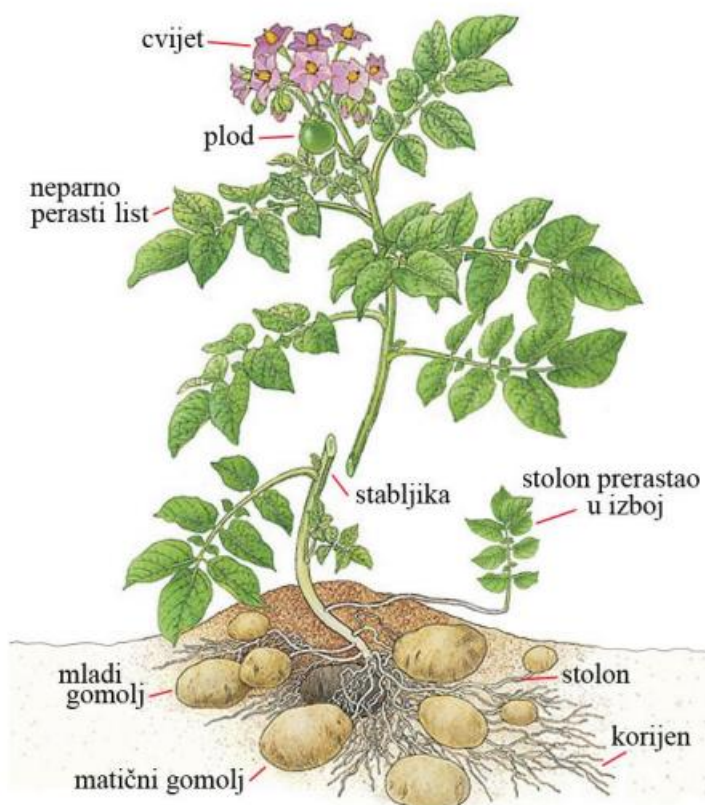
## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Botanička klasifikacija

Krumpir pripada porodici *Solanaceae*, rodu *Solanum* koji posjeduje oko 200 vrsta od kojih je 26 u proizvodnji. Neke od ovih vrsta zbog svojih dobrih osobina (otpornost na bolesti, niske temperature, sušu) koriste se u selekciji. Danas je u svijetu poznato preko 2 000 sorata krumpira koje se najčešće dijele prema dužini vegetacije i načinu upotrebe (Gagro, 1998).

### 2.2. Morfološka svojstva krumpira

Krumpir u sistematici bilja pripada porodici pomoćnica (*Solanaceae*). Biljku krumpira čine nadzemni (stabljika, listovi, cvjetovi i plodovi) i podzemni (korijen, stoloni i gomolji) dijelovi (Gadžo i sur. 2011).

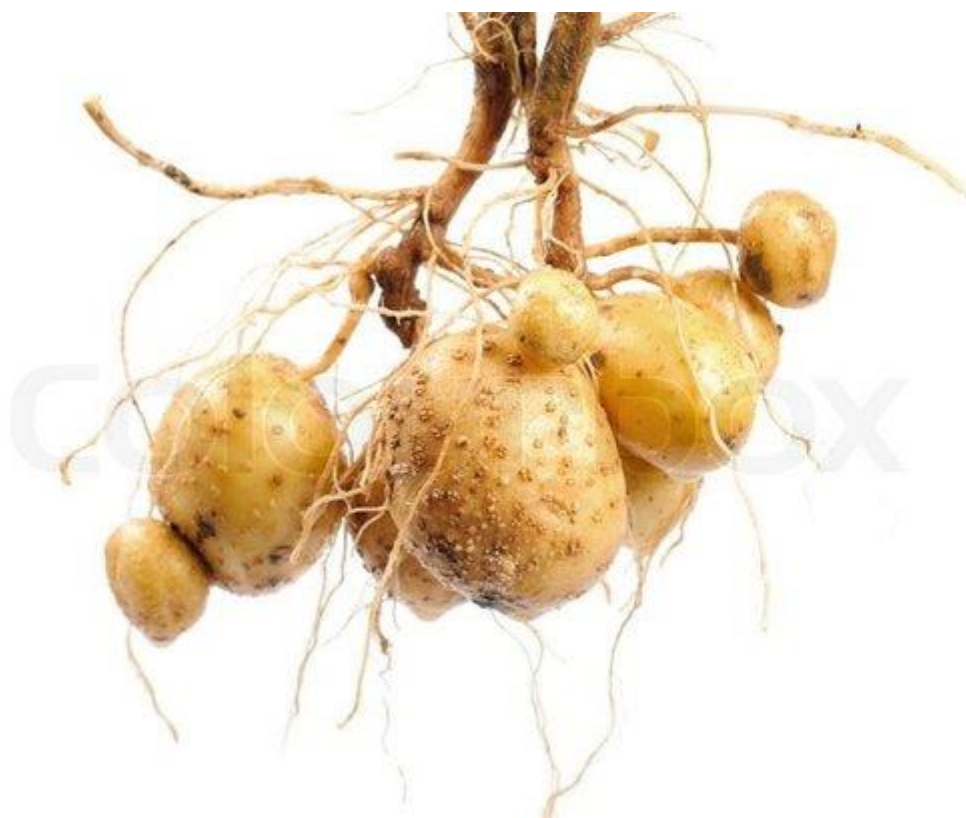


Slika 1. Shematski prikaz morfoloških organa krumpira

Izvor: IP'

### 2.2.1. Korijen

Korijenski sustav krumpira razvija se u podzemnom dijelu stabljike i uglavnom se nalazi na dubini oraničnog sloja (25 – 40 cm). U tlu boljih fizikalnih osobina korijen prodire i u dublje slojeve, no to ovisi o tipu tla, klimatskim uvjetima i agrotehnici. Korijen se razvija u dva oblika, ovisno da li se stvara iz sjemena ili iz gomolja. Biljka koja se uzgaja iz sjemena ima radikulu, tj. prvi dio klijanaca koji izlazi iz sjemenke s velikim brojem malih korijena. Ako se biljka razmnožava vegetativno, iz gomolja, korijen ima žiličast oblik koji izbija iz pupoljaka gomolja (Gadžo i sur. 2011).



Slika 2. Korijen krumpira

*Izvor: IP<sup>2</sup>*

### 2.2.2. Stabljika

Stabljika krumpira dijeli se na nadzemnu i podzemnu stabljiku. Nadzemna stabljika još se naziva i cima, a formira se iz pupoljka gomolja ili iz pravog sjemena. Stabljika je zeljasta te može biti manje ili više razgranata. Budući da uvijek ima nekoliko pupoljaka, ovisno o vrsti ili veličini samog gomolja oblik stabljike je grmolik. Visina grma može

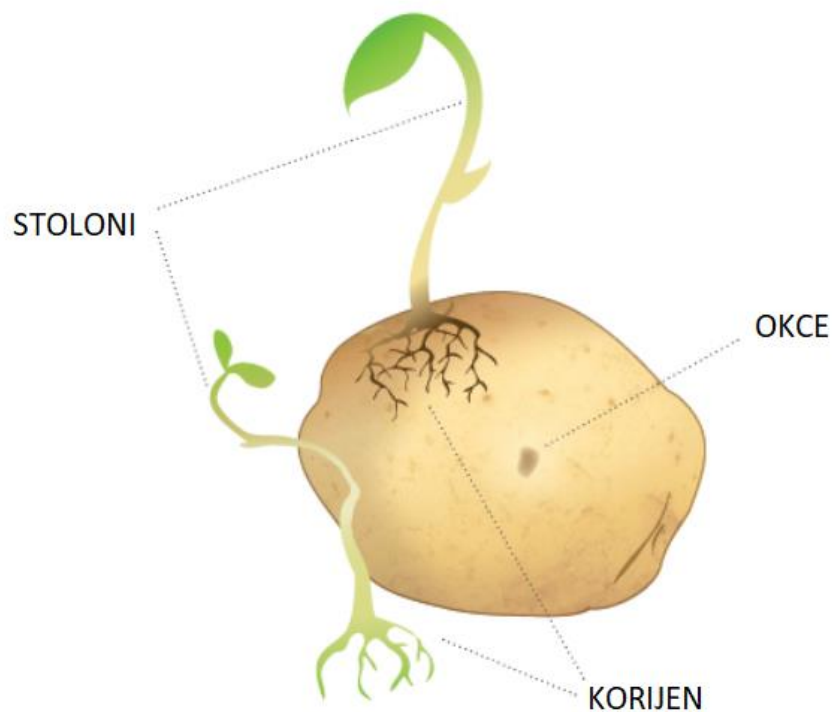
doseći do 150 cm, ovisno o sorti i agroekološkim uvjetima proizvodnje. Previsoka stabljika krumpira nije poželjna u proizvodnji jer troši mnogo hraniva za svoju izgradnju, zasjenjuje niže dijelove biljke i podložnija je napadu bolesti. Stabljika je šuplja, zelene boje i prekrivena finim dlačicama. Kod nekih sorata uslijed prisutnosti antocijana može poprimiti ljubičastu boju (Gadžo i sur. 2011).

Podzemna stabljika sastoji se od stolona (vriježe) i gomolja. Na početku stvaranja pupoljaka stabljika stvara podzemne bijele grane, koje nazivamo stoloni. Na krajevima stolona kasnije rastu mladi gomolji. Stoloni izbijaju manje ili više horizontalno, člankoviti su i granaju se. Iz glavne stabljike može se razviti nekoliko stolona pa tako i oni mogu formirati nekoliko gomolja. Na jednoj biljci se u prosjeku razvije 6-8 dužih ili kraćih stolona, što je prvenstveno sortna osobina. Sorte sa dugim stolonima su nepoželjnije u proizvodnji jer otežavaju mehanizirano vađenje. Stabljika krumpira ima važnu ulogu u prijenosu tvari iz listova u korijen i predstavlja glavni organ koji proizvodi gomolje zbog čega se krumpir i uzgaja (Gadžo i sur. 2011).

### **2.2.3. Gomolj**

Gomolj nastaje zadebljanjem krajnjeg članka stolona kad postigne odgovarajuću dužinu. U gomoljima se nakupljaju rezervne tvari koje služe biljci za preživljavanje u nepovoljnim uvjetima te za razmnožavanje. Dio gomolja koji je vezan za stolon naziva se pupčani dio, a suprotno od toga nalazi se kruna s okcima. Okca mogu izrasti u klicu, koja stvara stabljiku, bočne stabljike i stolone. Okca na gomolju su neravnomjerno raspoređena, više ih je u vršnom dijelu. U različitim sorata broj okaca je različit, ali je za svaku sortu manje-više konstantan. Pošto se više okaca nalazi na vršnom dijelu, ako se gomolji sijeku prije sadnje treba ih sjeći duž gomolja, a ne horizontalno, da bi osigurali svakom dijelu podjednak broj okaca. Broj gomolja, njihova veličina, oblik, boja, izgled i dubina okaca, zavise o sorti i agroekološkim uvjetima uzgoja. Broj i masa gomolja značajno variraju, ovisno o sorti i uvjetima uzgoja, tako da nekad broj gomolja može biti i preko 70, a masa od nekoliko grama do više od kilograma. Važno je da su gomolji ujednačene mase. Boja pokožice može biti: bijela, žuta, crvena, plava, ljubičasta dok je boja mesa žuta ili bijela. Pokožica štiti gomolj od vanjskih utjecaja i zato je važna njena debljina i čvrstina koje su sorte odlike. Ako je pokožica čvršća, otpornija je na nepovoljne vanjske utjecaje i lakše se

čuva. Glatka i tanja pokožica sa plitkim okcima pogodnija je za ljudsku prehranu jer ima manje otpada tj. bolje je iskorištavanje. Oblik gomolja može biti okrugao, ovalan, izdužen ili nepravilan, što ovisi o sorti, plodnosti tla i zaštiti od bolesti i nametnika (Gadžo i sur. 2011).



Slika 3. Gomolj krumpira

*Izvor: IP<sup>3</sup>*

Tablica 1. Prosječan kemijski sastav gomolja krumpira (prema Narančiću, 1991. godine)

<b>Kemijski sastav gomolja</b>	<b>%</b>
Škrob	18,0
Sirovi proteini	1,8
Sirova mast	0,1
Sirova vlakna	0,7
Minerali	0,9
Voda	78,5

*Izvor: Gadžo i sur., 2011.*

#### 2.2.4. List

List krumpira je složen, neparno perast i formira se spiralno na stabljici. Sastoji se od glavne peteljke koja završava vršnom liskom koja je ujedno i najveća. S obje strane peteljke razvija se više pari liski. Površina lista može biti glatka ili naborana, svijetlo do tamnozeleno boje, sjajna ili bez sjaja, te obrasla dlačicama. Listovi su bitni za proces disanja i fotosinteze. Ugljikohidrati nastali procesom fotosinteze pohranjuju se u gomoljima. Tijekom rasta cime, listovi na dnu stabljike žute i otpadaju, a prema vrhu se razvijaju novi (Gadžo i sur. 2011).



Slika 4. List krumpira

*Izvor: IP<sup>4</sup>*

#### 2.2.5. Cvijet

Cvjetovi krumpira su skupljeni na vrhu stabljike. Sastoje se od pet latica, pet lapova, pet prašnika i jednog tučka. Latice mogu biti bijele, ljubičaste i plave, različitih intenziteta. To je karakteristično svojstvo određene sorte krumpira. Dugi dan i visoke temperature stimuliraju cvatnju, pa tako prerana i pojačana cvatnja može ukazivati na to da je biljka pod stresom (Gadžo i sur. 2011).



Slika 5. Cvjetovi krumpira

*Izvor: IP<sup>5</sup>*

#### 2.2.6. Plod

Plod je mesnata, zelena boba koja u sebi sadrži 100 – 200 sjemenki. Sjemenke su okrugle, bočno spljoštene, žute boje. Služe za generativno razmnožavanje, a u novije vrijeme i za sjetvu jestivog krumpira (Gadžo i sur. 2011).



Slika 6. Plod i sjeme krumpira

*Izvor: IP<sup>6</sup>*

### 2.3. Vađenje krumpira

Vrijeme vađenja industrijskog krumpira zavisi o gospodarskoj i tehnološkoj zrelosti. Kod tehnološke zrelosti gleda se da gomolj potpuno sazrije i ostvari najveći mogući prinos, tako možemo reći da je optimalno vrijeme za vađenje krumpira od kraja srpnja do početka studenog. Kod jakog napada plamenjače postoji opasnost da uzročnici dospiju na gomolj, pa se berba može obaviti i krajem lipnja. U suvremenoj proizvodnji krumpira za vađenje se koriste vučeni ili samohodni kombajni koji imaju zahvat od jednog ili više redova. Vađenje na manjim površinama može se obaviti motikom, ručno ili plugom. Proces vađenja kombajnom odvija se u nekoliko faza: iskopavanje gomolja, razdvajanje gomolja od zemlje i biljnih ostataka, sakupljanje u bunker te utovar. Prije vađenja potrebno je očistiti nadzemne organe biljke i korov radi lakšeg rada kombajnom te ostaviti gomolje neko vrijeme kako bi pokožica očvrstnula. Prikladno tlo za vađenje treba biti bez prevelike vlažnosti i prosušeno. Mokro tlo izaziva otežano vađenje i dodatan proces oko prosušivanja i skladištenja (Gadžo i sur. 2011).



Slika 7. Ručno sakupljanje izvađenog krumpira

*Izvor: IP<sup>7</sup>*



Slika 8. Vađenje krumpira kombajnom

*Izvor: IP<sup>8</sup>*

## **2.4.Skladištenje**

Skladištenje krumpira povezano je s brojnim poteškoćama jer su gomolji po svom kemijskom sastavu nepogodni za čuvanje. Naime, krumpir treba skladištiti vodeći računa da se gubitci svedu na najmanju moguću mjeru. Tijekom skladištenja krumpira javljaju se gubitci koji se ogledaju kroz gubitke u težini i kakvoći gomolja. Ako tomu pridodamo gubitke koji se pojavljuju kao posljedica razvoja, odnosno djelovanja gljivica i bakterija, vidljivo je da u skladištima za krumpir prije svega treba osigurati uvjete koji će spriječiti navedene gubitke (Rotim, 2010). Postoji više vrsta i tipova skladišta, a dijele se na stalna i privremena skladišta. Privremena skladišta služe za skladištenje krumpira na kraće vrijeme te su to najčešće podna skladišta, u kojima se krumpir može čuvati u vrećama ili rastresitom sloju, ali se tada slaže u tanki sloj koji je zaštićen od vlage. Temperatura unutar skladišta ne bi smjela biti viša od 10°C. Stalna skladišta služe za dugotrajno čuvanje krumpira, a najčešće su trapovi, specijalna skladišta i podrumi. Trapovi predstavljaju primitivan i zastarjeli način skladištenja, međutim u njima je problem ne mogućnost reguliranja temperature i vlage, pa dolazi do gubitaka uskladištenog proizvoda. Dije se na privremene trapove koji mogu biti nadzemni, djelomično podzemni i podzemni te stalne trapove. (Matin i sur., 2022.)



### **2.4.1. Skladištenje krumpira na domaćinstvu**

Manje količine krumpira mogu se kratkotrajno uspješno čuvati u hladnjaku. Međutim, u sklopu domaćinstva krumpir se obično skladišti u improviziranim spremištima, podrumima ili trapovima dok se veće količine krumpira trebaju čuvati u posebno za tu namjenu konstruiranim skladištima. Ako se za čuvanje krumpira odaberu improvizirana spremišta i podrumi, treba osigurati odgovarajuće ventiliranje (prirodno ili putem ventilatora), ali i termičku izolaciju prostorija, dok se gomolji smještaju rinfuzno po podu ili na odgovarajuće police. Nedostatak čuvanja krumpira na policama ogleda se u različitoj temperaturi na različitoj visini polica premda je taj način skladištenja opet poželjniji u odnosu od rasprostiranje gomolja po podu prostorije. Nadalje, krumpir se nerijetko čuva u trapovima koji mogu biti različitih dimenzija i izvedbi (podzemni, polupodzemni i nadzemni) iako je to jedan od najlošijih načina skladištenja krumpira. Zajedničko za sve izvedbe trapova jest da su većim ili manjim dijelom ukopani u tlo i da su prekriveni zemljom. Trapovi se obvezno smještaju na ravnom, ocjeditom mjestu u pravcu sjever-jug, u blizini obiteljskog gospodarstva radi lakše kontrole tijekom zime. Bitno je na mjestu gdje se pravi trap skinuti humusni pokrivač debljine 15-20 cm i postaviti slamu, kako bi se uklonili eventualno prisutni patogeni koji mogu kasnije uzrokovati truljenje krumpira. Temperatura unutar trapa ne bi smjela biti niža od 2 °C niti veća od 6 °C, što se regulira otvaranjem i zatvaranjem ventilacije (Rotim, 2010).

### **2.4.2. Skladištenje u intenzivnim proizvodnjama**

Intenzivna i organizirana proizvodnja krumpira nezamisliva je bez čuvanja krumpira u suvremenim skladištima koja mogu osigurati optimalne uvjete temperature i vlažnosti putem ventilacije prostora zahvaljujući njenoj mjernoj i upravljačkoj automatici, a sve kako bi krumpir tijekom zime zadržao svoje osobine, ovisno o njegovoj namjeni. U takvim suvremenim skladištima krumpir se uspješno i kvalitetno može čuvati do 10 mjeseci, s tim da su za višemjesečno čuvanje krumpira pogodni kultivari s dugim razdobljem mirovanja klice. U specijalna skladišta ubrajamo moderna skladišta koja se moraju graditi da bi se osigurao mehanizirani postupak uskladištavanja i optimalni uvjeti za dulji period skladištenja (Čolaković, 2007).

Moderna skladišta imaju kapacitet od 500 do 10 000 tona krumpira i koriste se za više namjena:

- za sjemenski materijal
- za ljudsku prehranu
- za preradu u prehrambene proizvode
- za industrijsku preradu u škrob i alkohol

Svaka od ovih kategorija zahtijeva poseban postupak uskladištavanja. Za izgradnju modernih skladišta koriste se montažni elementi i različita izolacijska sredstva (Čolaković, 2007). Skladišta, odnosno hladnjaču, možemo podijeliti prema tipu skladištenja na podna rinfuzna skladišta i kompaktna paletna skladišta.

#### Podna rinfuzna skladišta

Ovakvu vrsta skladišta karakterizira skladištenje krumpira na hrpu do visine 3,5 metara, u nekim slučajevima i do 4 metra, ali uz velik rizik od nagnječenja gomolja koji su na donjem položaju u hrpi. Takva vrsta skladišta adaptira se za suvremeno skladištenje, uz uvjet da se u podu izvedu zračni kanali te uz sustav za provjetravanje koji kroz navedene kanale upuhuje zrak te tako vrši rashlađivanje i kontrolu unutrašnjeg dijela hrpe uskladištenog krumpira. Samim time, kod svakog skladišta postoje prednosti i nedostaci.

#### Nedostaci podnih rinfuznih skladišta:

- ograničena visina skladištenja na 3,5 – 4,0 metra
- nedovoljna kontrola u unutrašnjosti skladištenog krumpira
- česte neprilike zbog oštećenja cijevnih kanala

#### Prednosti podnih rinfuznih skladišta:

- manja cijena rekonstrukcije ili izgradnje
- ne treba nabavljati boks palete ni viličara za palete
- postojeća skladišta lakše se rekonstruiraju u navedena



Slika 9. Podno rinfuzno skladište krumpira

*Izvor: IP<sup>9</sup>*

#### Kompaktna paletna skladišta

Ovakva skladišta su bolje rješenje i najčešće se primjenjuju kod skladištenja krumpira, jer se provjetravanje i hlađenje preciznije kontrolira, manipulacija s boks paletama je jednostavnija, a zbog svoje robusnosti palete je moguće postaviti u visini do 7 komada, što samim time daje bolje iskorištenje volumena skladišta. Kod ovakvih skladišta također postoje nedostaci, kao i prednosti.

Nedostaci kompaktnih paletnih skladišta:

- skuplje projektiranje i izgradnja
- potrebno je imati boks palete, viličare i ostalu opremu.

Prednosti kompaktnih paletnih skladišta:

- zbog veće visine (6-7 paleta u vis) puno je bolja iskoristivost prostora
- sigurnost i preciznost u održavanju zadanih parametara (temperatura, vlaga, CO<sub>2</sub>...)
- jednostavnije izuzimanje robe u tijeku prodaje

- fleksibilnost pri punjenju
- manji gubici u procesu skladištenja.



Slika 10. Kompaktno paletno skladištenje krumpira

*Izvor: IP<sup>10</sup>*

### **2.4.3. Prijam i manipulacija krumpira u paletnom skladištu**

Prije samog prijama krumpira, potrebno je izvršiti čišćenje i dezinfekciju skladišta tako da štetočine koje su zaostale u skladištu od prošlogodišnje berbe ne zaraze ovogodišnji urod. Prilikom prijama krumpira u skladište najvažnije je izbjeći mehanička oštećenja krumpira te gomolje prebrati i prosušiti. Krumpir se u skladište doprema direktno s polja posebnim prikolicama s ublaživačem udaraca koji štiti krumpir od mehaničkih oštećenja. Iz prikolica dolazi na liniju za prijam krumpira (prijamni koš, inspeksijska traka, elevatori, automatski punjač paleta) koja je opremljena gumenim i PVC trakama tako da ublaže udarce i smanje oštećenje krumpira. Nakon inspekcije samo uvjetni gomolji ulaze u boks palete i time započinje proces uskladištenja (Čolaković, 2007).



Slika 11. . Linija za prijam i inspekciju krumpira

*Izvor: IP<sup>11</sup>*

#### **2.4.4. Uvjeti za skladištenje krumpira**

Dva kritična faktora za valjano skladištenje krumpira su temperatura i vlažnost zraka. Prikladan i neograničen pristup zraka je neophodan jer održava konstantnu temperaturu i vlažnost tijekom cijelog vremena skladištenja te sprječava prekomjerno smanjivanje zbog gubitka vlage i truljenja. Krumpir treba čuvati u posebnim toplinski izoliranim skladištima s osiguranom ventilacijom koja pravodobnim cirkuliranjem zraka omogućuje reguliranje temperature i relativne vlage zraka (Čolaković, 2007).

##### Temperatura

Nekoliko faktora može utjecati na upravljanje temperaturom za uskladišteni krumpir: hoćemo li krumpir koristiti kao konzumni, za preradu ili kao sjemensku robu; koliko će dugo krumpir biti skladišten; koliko su gomolji ozlijeđeni prilikom berbe; kolika je prisutnost bolesti u krumpiru. Temperatura u skladištu regulira se ovisno o sorti i namjeni krumpira tako da optimalna temperatura čuvanja krumpira za svježu potrošnju iznosi 4-7 °C, za industrijsku preradu u čips i pomfrit 6-10 °C, za hranidbu stoke 5-7 °C te za čuvanje sjemenskog krumpira 3-4 °C (Čolaković, 2007).

## Vlaga

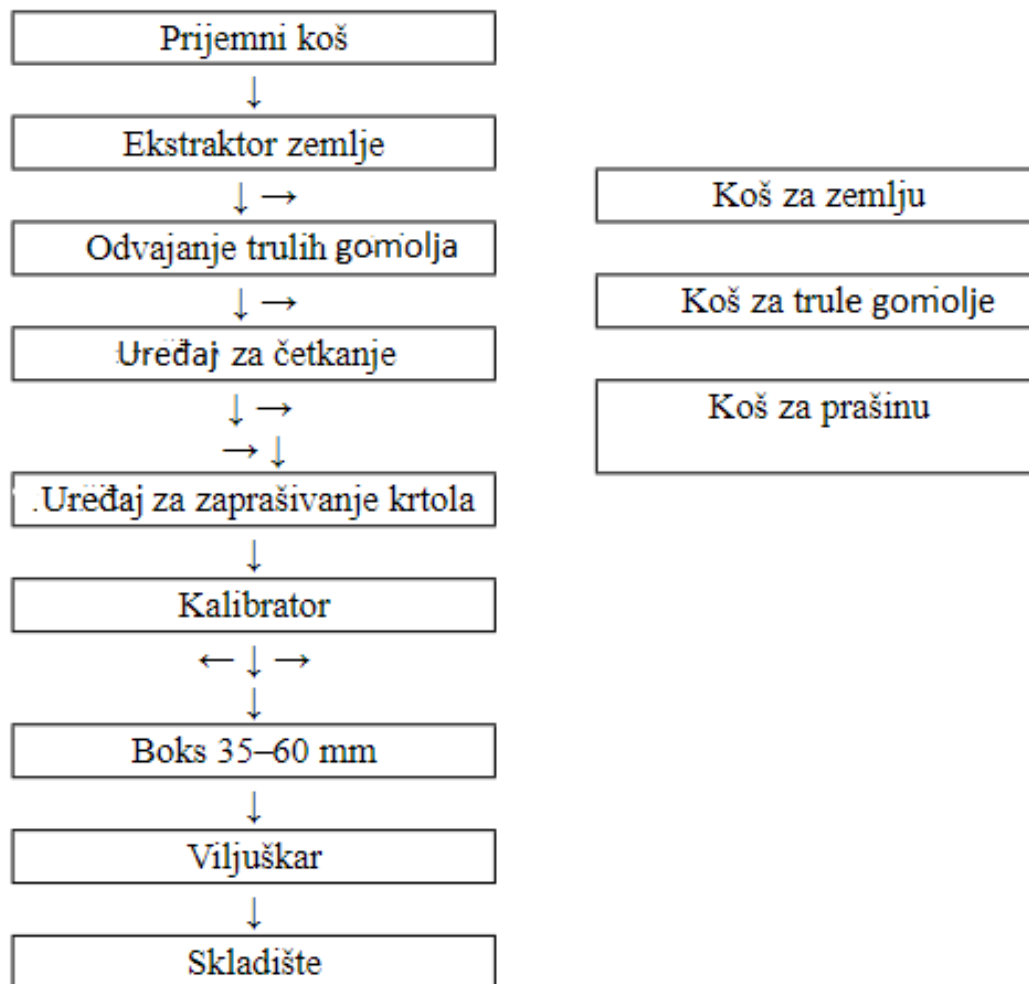
Visoka vlažnost zraka je neophodna za optimalno zarastanje rana nastalih mehaničkim oštećenjima i za gubitke na težini nastale hlapljenjem. Pri navedenim temperaturama i uz relativnu vlažnost zraka od 92 do 95 % krumpir se u suvremeno opremljenim skladištima može čuvati čak do 10 mjeseci. Međutim, zbog klijanja krumpira često dolazi do kolebanja temperatura, čak i u skladištima s aktivnim sustavom ventilacije (Čolaković, 2007).

### **2.4.5. Postupci prilikom uskladištenja krumpira**

1. Postupak prosušivanja gomolja – započinje odmah nakon ulaska krumpira u skladište, a najvažnije je krumpir što prije osušiti adekvatnim programom ventiliranja. Krumpir je suh onda kada su na površini hrpe osušene grude zemlje. Aktivnom ventilacijom možemo vrlo brzo osušiti krumpir i pripremiti ga za drugu fazu skladištenja – „zacjeljivanje rana“.

2. Postupak zacjeljivanja rana - gomolje se nakon prosušivanja tijekom 1-2 tjedna održava na 15°C uz relativnu vlažnost zraka 80-95%, uz kratko provjetranje. Ne dopuštajte nastanak kondenzacije vlage za vrijeme zacjeljivanja, a ako se to ipak dogodi, potrebno je provjetranje krumpira.

3. Postupak ohlađivanja gomolja na temperaturu čuvanja - krumpir se postupno hladi tako da mu se temperatura spušta za 0,1°C dnevno ili oko 1°C tjedno. U toku skladištenja dolazi do nagomilavanja ugljikovogdioksida. Maksimalna dozvoljena koncentracija ugljikovogdioksida u komorama s krumpirom je 0,5 %. Da bi se nakupljeni CO<sub>2</sub> izbacio, potrebno je vršiti prozračivanje komore. Za uklanjanje nastalog CO<sub>2</sub> bit će dovoljna dva ventiliranja po 30 min / tjedno (Čolaković, 2007).



Slika 12. Postupci pri skladištenju krumpira

*Izvor: Janković i sur., 2019.*

Krumpir za konzumnu primjenu čuva se na temperaturi od 4-5°C, a krumpir koji ide u preradu, na temperaturi od 7-8°C. Ako skladištimo krumpir na nižim temperaturama od 7°C, dolazi do zaslađivanja krumpira (pretvorba škroba u šećer). Ako krumpir želimo skladištiti na višim temperaturama, moramo ga tretirati protiv klijanja. U skladištu s aktivnom ventilacijom moguće je krumpir tretirati toplim zamagljivanjem (GRO-STOP), dok smo u drugim skladištima (trap, podrum) prisiljeni zaprašiti ili poprskati gomolje. Gomolji krumpira podliježu raznim gubicima zbog izrazito velike količine vode. Oni nastaju zbog isparavanja vode, enzimatskog razgrađivanja škroba i šećera, trošenjem šećera u procesu disanja, proklijavanjem gomolja i procesima truleži i gnjilosti. Na kraju, ukupni gubici na težini mogu biti 7-10 % od težine početno uskladištenog krumpira(Čolaković, 2007).

#### **2.4.6. Važnost agrotehnike uzgoja krumpira za skladištenje**

Uspjeh skladištenja i čuvanja krumpira dobrim dijelom ovisi i o primijenjenoj agrotehnici tijekom uzgoja u polju. Prije svega se to ogleda kroz gnojidbu krumpira mineralnim gnojivima. Poželjno je konzumni krumpir obilno gnojiti kalijem, odnosno u njegovoj gnojidbi nužno je koristiti NPK formulacije mineralnog gnojiva s naglašenim sadržajem kalija jer povećava vitalnost krumpirove biljke. Ono što je posebice bitno naglasiti jest činjenica da kalij poboljšava čuvanje gomolja krumpira tijekom njegovog držanja u skladištima ili trapovima. Drugim riječima, krumpir obilno gnojen kalijem bolje se čuva jer su manji gubitci kao posljedica disanja, a gomolji su puno otporniji na mehanička oštećenja. Nadalje, bitno je voditi računa da se krumpir na što racionalniji način vadi iz tla, sa što manje oštećenih i nasječenih gomolja. Pažljivi iskop krumpira, uz odgovarajući transport i stručno provedeno skladištenje, preduvjeti su dobrog očuvanja gomolja u skladištu i kasnije njegove dobre tržišne kakvoće. Samo zrela pokožica gomoljima može osigurati dulje čuvanje zbog toga što u tom slučaju krumpir manje dehidrira i truli, a i prodor patogenih mikroorganizama u gomolje tada je sveden na minimalnu mjeru (Rotim, 2010).

#### **2.4.7. Gubitci pri skladištenju**

Ako uskladištimo zdrav krumpir koji nije inficiran oboljenjima koja dovode do pojave truleži, možemo očekivati gubitke u težini gomolja kao posljedicu disanja (respiracija) i zbog isparavanja vode preko pokožice (transpiracija). Navedeni će se gubitci neminovno pojaviti i u najsuvremenijim skladištima, s najmodernijim sustavom ventilacije. Prikladni su jedino gomolji koji gube u masi tijekom disanja oko 1,5 % od ukupne mase, tijekom osam mjeseci čuvanja. Intenzitet disanja ovisi o temperaturi i najniži je na oko 7 °C. S povećanjem ili smanjenjem temperature od tog respiratornog minimuma može se zamijetiti povećanje gubitaka u težini gomolja. Temperatura je bitan čimbenik i u reguliranju gubitaka koji nastaju kao posljedica transpiracije, a koji nisu zanemarivi zbog činjenice da gomolji krumpira sadrže oko 80 % vode. Uskladišteni gomolji gube vodu kroz prirodne otvore i ozlijeđena mjesta na njihovoj površini. Najmanja količina vode iz gomolja ispari putem pokožice, a najviše kroz oštećena mjesta (rane) i klice. Gubitak vode



najveći je tijekom nekoliko prvih dana/tjedana po uskladištenju, a to se reducira brzim snižavanjem temperature, odnosno hlađenjem. Osim temperature, za smanjivanje gubitaka transpiracijom bitna je i relativna vlaga zraka koja treba biti u granicama od 92 do 95 %. Osim na smanjivanja smežuranosti gomolja, vlaga zraka utječe i na brže zarastanje ozlijeđenih, oštećenih mjesta. U pravilu, maksimalno dopušteni gubitak vode kod krumpira tijekom njegovog skladištenja iznosi 7 % (Rotim, 2010).

#### **2.4.8. Sprječavanje klijanja krumpira**

Jedan od najčešćih gubitaka tijekom čuvanja krumpira jest gubitak težine klijanjem gomolja. Naime, proklijani gomolji znatno gube na svojoj masi jer dolazi do intenzivne transpiracije s površine klice, zbog čega oni gube na čvrstini i postupno se smežuravaju. Međutim, ako skladištimo krumpir na odgovarajućoj temperaturi, primjerice na 4 °C, u početnoj fazi, problema s pojavom klijanja krumpira neće biti jer se gomolji 5-10 tjedana nakon vađenja iz tla nalaze u dormantnom stanju. Čak i u slučaju čuvanja u nepovoljnim temperaturnim uvjetima krumpir neće klijati u tom periodu. Poteškoće nastaju kada nakon razdoblja dormantnosti dođe do pojave naglog proklijavanja i intenzivnog hlapljenja vode, zbog čega gomolji ubrzano propadaju (pojava smežuravanja i gubitka čvrstoće). Sjemenski krumpir ne smije se tretirati navedenim pripravcima niti se tretirani konzumni krumpir može držati u istoj prostoriji sa sjemenskim krumpirom. U objektu u kojem je čuvan tretirani krumpir tek nakon 14 dana provjetravanja prostorije može se uskladištiti sjemenski krumpir (Rotim, 2010).

#### **2.4.9. Pakiranje i transport krumpira**

Hladni krumpir je jako osjetljiv i ako takav ide na sortiranje i pakiranje, mogu nastati ozljede (modrice) koje možemo izbjeći tako da krumpiru lagano podignemo temperaturu na 10-12°C. Kada smo mu podigli temperaturu, krumpir ide na sortiranje pri kojem ga razdvajamo na više frakcija, najčešće na 35-50 mm, 50-70 mm, 70-90 mm. Pri svim radnjama s krumpirom treba paziti da se što više smanje padovi s velike visine i druga oštećenja. Kada je krumpir sortiran, odlazi na liniju za prebiranje, pranje ili četkanje

te onda na pakiranje. Liniju za pranje koristimo najviše za mladi krumpir i pakiramo ga u combibag pakiranja, kutije, gajbice (Čolaković, 2007).



Slika 13. Linija za prebiranje krumpira

*Izvor: IP<sup>12</sup>*

Većinom se krumpir pakira u raschel vreće (plastična mrežica) različitih težina - od 1 do 25 kg, ovisno o želji kupca. Za pakiranje koristimo automatsku vagu s linijama za pakiranje koja s velikom brzinom i preciznošću važe i pakira krumpir (Čolaković, 2007).



Slika 14. Automatska vaga Manter 8000 s linijom za pakiranje u raschel vrećice

*Izvor: Čolaković (2007.)*

Nakon što smo spakirali krumpir, slažemo ga na europalette radi bolje manipulacije i transporta (1000 kg po paleti). Većina proizvođača krumpira nije u blizini velikih supermarketa i prisiljena je koristiti prijevoz do tih supermarketa. Budući da troškovi transporta većinom idu na trošak proizvođača, moramo što bolje iskoristiti prijevozne kapacitete. Transport krumpira većinom se odvija kamionima hladnjačama (aktivno hlađenje) koje čuvaju njegovu kvalitetu sve do odredišta. Ako to vremenski uvjeti omogućuju, prijevoz se može obaviti i običnim kamionima sa zaštitnom ceradom. Najvažnije je da se gomolji ne oštete prilikom transporta (Čolaković, 2007).

### 3. MATERIJALI I METODE

U završnom radu istražuju se građevinska i tehničko-tehnološka obilježja skladišta za krumpir na poljoprivrednom gospodarstvu Furdi. Poljoprivredno gospodarstvo „Furdi“ osnovano je 11. ožujka 2005. godine, a sjedište se nalazi u Međimurskoj županiji u mjestu Hodošan, Glavna ulica 56. Gospodarstvo broji tri zaposlenika te obrađuje 90 ha zemlje. Polovicu, odnosno 45 ha ima u privatnom vlasništvu, a 45 ha ima u zakupu. Na tih 90 ha uzgaja žitarice poput kukuruza i pšenice, suncokret te povrtlarske kulture poput krumpira, luka, mrkve i cikle.

U radu je korištena metoda intervjua za prikupljanje primarnih podataka o proizvodnji i skladištenju krumpira na gospodarstvu, metoda analize i obrade prikupljenih podataka. U radu su korišteni i sekundarni literaturni izvori podataka koji su javno dostupni, a baziraju se na uzgoju i skladištenju krumpira. Korištena je i metoda izračuna i analize troškova izgradnje skladišta za krumpir. Prikupljeni i obrađeni podaci su slikovno prikazani te tekstualno objašnjeni.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Investitor, obrt Poljoprivredno gospodarstvo „FURDI“ 2020. godine pokreće projekt izgradnje suvremenog skladišta za krumpir kapaciteta 344 tone raspodijeljenog u dvije odvojene rashladne komore s kapacitetom po 172 tone svaka. Uz nabavku i ugradnju sve potrebne opreme za hlađenje i provjetravanje, te nabavku boks paleta i strojeva za prihvata krumpira, ovom investicijom rješava se pitanje kvalitetnog i sigurnog skladištenja krumpira za duži period, kako bi se osigurali kvalitetniji uvjeti čuvanja krumpira bez upotrebe zabranjene aktivne tvari klorprofam. Ukupna površina proizvodnje iznosi 10,09 ha dok ukupna proizvodnja krumpira iznosi 348,05 tona (2023. godine). Planirani kapacitet skladišta nešto je manji od moguće maksimalne količine radi prostorne geometrije rashladnih komora te činjenice da će se manji dio krumpira plasirati na tržište odmah nakon vađenja (Tehnološki projekt, 2020.).

### 4.1. Razlozi pokretanja projekta

Uredba komisije EU 2019/989 od 17. lipnja 2019. je ukinula odobrenje za korištenje aktivne tvari klorprofam koja se u Hrvatskoj koristila kao zaštita od klijanja krumpira u skladištu. Zabrana korištenja aktivne tvari klorprofam zahtijeva uvođenje suvremenog načina skladištenja krumpira kako bi proizvođači mogli uspješno skladištiti i u konačnici prodati svoje proizvode. Izgradnjom suvremenih skladišnih prostora s dobrim sustavima za hlađenje, prozračivanje i kontrolu ostalih parametara pri dužem skladištenju krumpira osigurava se sigurnija budućnost ove poljoprivredne proizvodnje (Tehnološki projekt, 2020.). Planirani troškovi izgradnje skladišta za krumpir prikazani su u tablici 2.

Tablica 2: Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova

VRSTA TROŠKA	IZNOS ( kn )
Građevinski radovi	424 749,79 kn
Obrtnički radovi	1 298 805,75 kn
Elektroinstalacije	185 327,57 kn
Strojarske instalacije	447 500,00 kn
Ukupno	2 356 381,11 kn
PDV 25%	589 095,78 kn
<b>Sveukupno</b>	<b>2 945 478,89 kn</b>

Izvor: Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.

Iz tablice 2 vidljivo je da su ukupnitroškovi građevinsko-obrtničkih radova planirani u iznosu od 2.945 478,89 kn, što bi danas bio iznos od 390.465,82 eura, pri čemu je najveći udio obrtničkih troškova ( 44,1 % ).

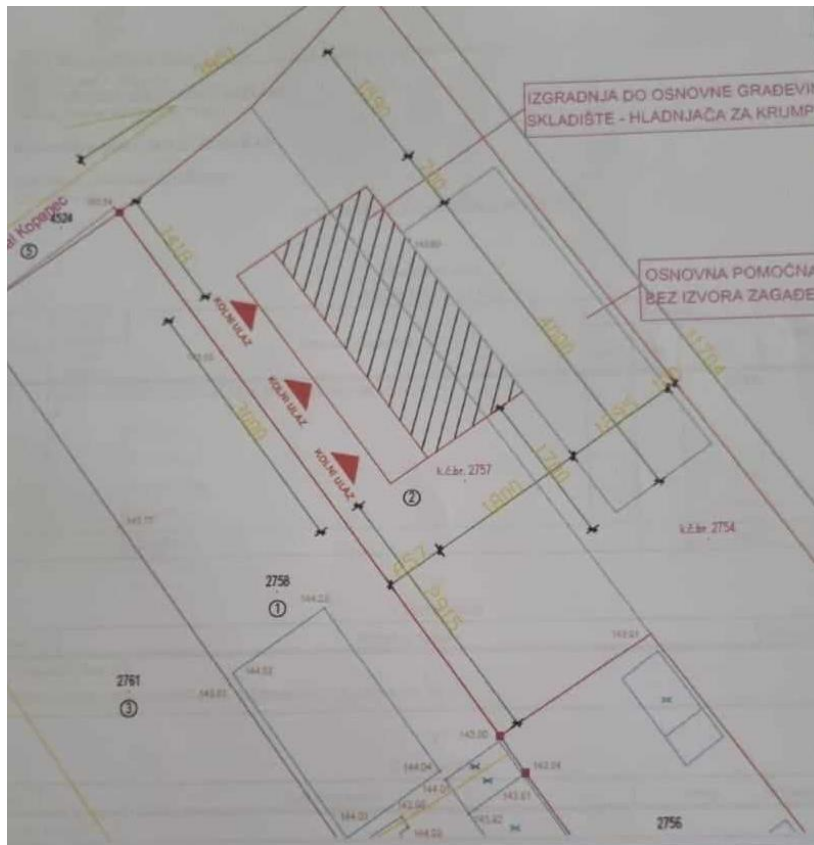
#### 4.2.Lokacija i tlocrt

Lokacija navedenog skladišta (Slika 17) nalazi se u Međimurskoj županiji u mjestu Hodošan na zemljišnim česticama broja 2757 i 2754. Vanjske dimenzije skladišta za krumpir s dvije komore sa sustavom za prozračivanje i hlađenjem te prostorom za manipulaciju iznose 30,00 x 13,00 m, te se po dužini cijelog objekta nalazi nadstrešnica širine 5 m (Tehnološki projekt, 2020.).



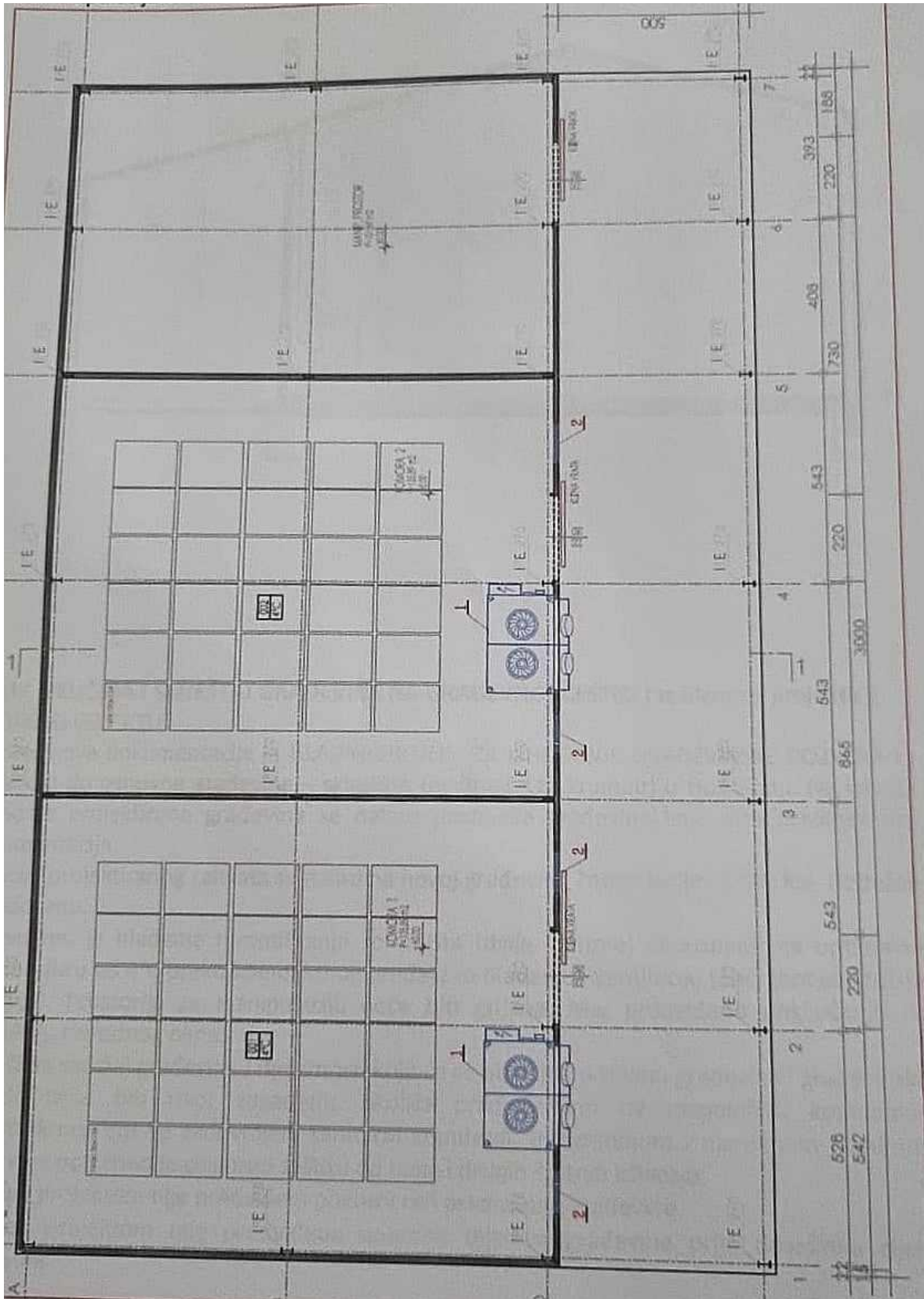
Slika 15. Lokacija gradnje skladišta

*Izvor: Tehnološki projekt*



Slika 16. Mikrolokacija: pozicije i tlocrt objekta unutar čestice 2757 i 2754

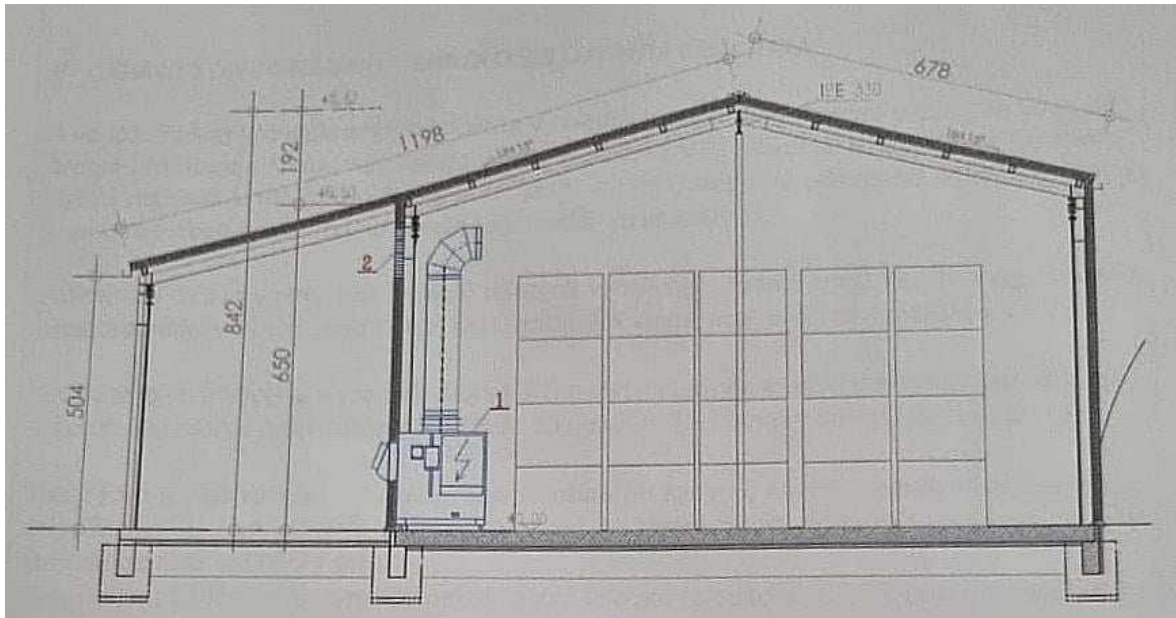
Izvor: Tehnološki projekt



Slika 17. Tlocrt skladišta s nadstrešnicom i položaj sanduka

*Izvor: Tehnološki projekt*





Slika 18. Bočni nacrt skladišta i položaj sanduka

*Izvor: Tehnološki projekt*

### 4.3. Građevinska obilježja

#### 4.3.1. Zemljani radovi

Najprije je izveden strojni površinski široki iskop humusa u materijalu III ("C") kategorije, dubine cca. 30 cm sa utovarom i odvoz materijala od iskopa na deponij. Zatim je izveden pažljivi strojni iskop zemlje III ("C") kategorije za temeljne trake, temeljne stope i AB ploče na tlu. Iskop je do dubine 1,00m. Planiranje dna iskopa izvedeno je s točnošću +/- 3 cm, sa mehaničkim nabijanjem (2-3 prolaska „žabom“), te je izvršeno prebacivanje viška iskopa i potrebno zbijanje. Ovi radovi obavljaju se kako bi se tlo osposobilo da preuzme opterećenje bez štetnih posljedica. Nakraju je izrađen tampon ispod nosive AB podne ploče od pjeskovitog šljunka (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### 4.3.2. Betonski i armirano betonski radovi

Najprije je izvršeno betoniranje podložnog betona i betoniranje armirano-betonskih temeljnih stopabetonom C25/30 u prethodno pripremljenom iskopu u tlu. Zatim je izvršeno betoniranje armirano-betonskih temeljnih traka, također betonom C25/30 u rubnoj drvenoj glatkoj oplati visine podupiranja do 0,41m. Nakon toga izvršeno je betoniranje armirano-

betonske podne ploče, dijelom u oplati, a dijelom na nasipu. Debljina ploče iznosi 20 cm. Vibriranje i ravnanje površine izvršeno je na potrebnu niveletu, ravnost po DIN-u 18202 tablica 3a i napravljen je pad od 1%. Izvršeno betoniranje je sa izvedbom industrijskog poda i posipom na svježi beton (posip u boji po izboru projektanta) aditivnim materijalom 4-5 kg/m<sup>2</sup> površine. Zatim je izvršeno strojno zaglađivanje do potrebne zaglađenosti te strojno rezanje i kitanje dilatacija poliuretanskim kitom na svakih cca 25m<sup>2</sup> u visini 10 cm. Uključena je izvedba rupa (utora) u ploči za ugradnju opreme dimenzija prema izvedbenom projektu i ubetoniravanje svih pragova i zaštitnih rubnih elemenata sa sidrenim pločicama. Postavljena armatura je od čelika kvalitete B500B, a postava izezivanje armature je jednostavne i srednje složenosti (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### **4.3.3. Bravarski radovi**

Izrađena je antikorozivna zaštita cinčanjem i montaža čelične konstrukcije zida i krova izrađene od čelika S355. Čelični stup zavaren je na sidrenu ploču punim provarom debljine 5 mm, po cijelom opsegu. Dodatno ukrućenje stupa i čelone ploče izvedeno je pločastim čelikom debljine 8 mm koji je zavaren na čelični stup i sidrenu ploču varom debljine 5 mm. Konstrukcija je izvedena prema tehničkom opisu i radioničkim nacrtima, te montaža prema nacrtima montaže. Izvršena je montaža konstrukcije, izvedba oslonaca-ležaja, trajno i kvalitetno brtvljenje kod spoja sa krovnim plastificiranim čeličnim limom, potrebnim trajnim i kvalitetnim galvanskim odvajanjem na spoju sa metalima druge kvalitete. Izrađena je montaža sendvič panela sa skrivenim načinom pričvršćenja, za fasadnu oblogu pročelja objekta. Sendvič paneli su tipa Ondatherm 2000 B proizvođača ArcelorMittal sastavljene od plastificiranih i vruće pocinčanih Zn 275 (275 g/m<sup>2</sup>) čeličnih limova i ispunjene PIR ispunom. Debljina vanjskog lima iznosi 0,63mm, a materijal je čelik S 320 GD, završno obojen i plastificiran u Hairplus 25 plastifikaciji u boji RAL XXXX. PIR ispuna minimalne je gustoće 39 kg/m<sup>3</sup>, debljine 140 mm, toplinskih karakteristika min.  $U = 0.161 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Unutarnji lim je debljine 0,50 mm, a materijal je također čelik S 320 GD, završno obojen i plastificiran u Interiour plastifikaciju bijele boje DU 912. Paneli su postavljeni horizontalno preko jednog polja. Izvršena je i montaža hladioničkih sendvič panela sa skrivenim načinom pričvršćenja. Zidni sendvič paneli su tipa Ondatherm 2003 BI proizvođača ArcelorMittal sastavljeni od plastificiranih i vruće

pocinčanih Zn 275 (275 g/m<sup>2</sup>) čeličnih limova i ispunjene PIR ispunom. Vanjski lim je debljine 0,50mm, a materijal je čelik S 320 GD, završno obojan i plastificiran u Hairplus 25 plastifikaciji u boji RAL 9002. PIR ispuna minimalne je gustoće 39 kg/m<sup>3</sup>, debljine 140 mm, toplinskih karakteristika min.  $U = 0.161 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Unutarnji lim je debljine 0,50 mm, a materijal je čelik S 320 GD, završno obojan i plastificiran u Hairplus 25 plastifikaciju u RAL 9002 boji. Širina panela iznosi 1000mm (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### **4.3.4. Limarski radovi**

Izvršena je montaža snjegobrana prema standardnom detalju koji se izvodi iz čeličnog plastificiranog lima debljine 0,40 mm u boji prema RAL-u fasadnih panela prema uputama i detaljima proizvođača. Izrađen je opšav sljemena koji se izvodi iz čeličnog plastificiranog lima debljine 0,60 mm u boji po RAL-u krovnih panela. Opšav je širine 40 cm. Također je izrađen donji opšav panela na spoju sa AB pločom koji se izvodi iz čeličnog plastificiranog lima debljine 0,40mm u boji po RAL-u krovnih panela. Izrađen je opšav spoja zidnog i krovnog panela koji se izvodi iz čeličnog plastificiranog lima debljine 0,40 mm u boji po RAL-u krovnih panela, te svim potrebnim brtvenim i spojnim materijalom. Izvršena je izrada i montaža vertikalnog i horizontalnog žlijeba okruglog presjeka  $f = 120\text{mm}$  prema standardnom Kingspan detalju koji se izvodi iz čeličnog plastificiranog lima debljine 0,50 mm u boji prema RAL-u fasadnih panela prema uputama i detaljima proizvođača (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### **4.3.5. Stolarski radovi**

Izvršena je montaža kliznih ulaznih vrata dimenzija 220 x 280 cm. Vrata su ispunjena poliuretanskim panelom u RAL-u prema fasadi, u čeličnom pocinčanom okviru, sa čeličnim pantima i protuprovalnom bravom (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### **4.3.6. Elektroinstalacije**

Izvršena je montaža i spajanje glavnog razvodnog ormara objekta oznake +GR, u skladu sa standardom IEC 61439-1-2. Ormar je nazidni, metalni, sa zaštitnim uređajima od nadstruje, izveden u stupnju zaštite IP44. Izvršena je montaža i spajanje servisnog razvodnog ormara oznake +Rs1, u skladu sa standardom IEC 61439-1-2. Ormar je nazidni, PVC, sa zaštitnim uređajima i utičnicama, izveden u stupnju zaštite IP66. Izvršena je montaža i spajanje servisnog razvodnog ormara oznake +Rs2, u skladu sa standardom IEC 61439-1-2. Ormar je nazidni, PVC, sa zaštitnim uređajima i utičnicama, izveden u stupnju zaštite IP66. Izvršena je montaža i spajanje kabela kanalice jake struje (zaštićene od korozije), kompletas nosačima i konzolama, te prefabriciranim horizontalnim i vertikalnim skretanjima, kutnim elementima i izjednačenjem potencijala. Položene su instalacijske PVC cijevi za zaštitu kabela te učvršćene na limeni, puni zid ili gips-kartonski panel. Izvršena je montaža i spajanje nadgradnog običnog prekidača, 10A, IP 44 zaštita, tipkala za isklon glavnog napajanja objekta, sa INO kontaktima i blokadom povrata u početnu poziciju, IP 54 te nadgradnog senzora pokreta 360 stupnjeva, 500W za LED rasvjetu, 230V, 50Hz sa regulacijom svjetlosnog praga i vremena držanja. Izvršena je montaža i spajanje rasvjetnog tijela odnosno stropne nagradne vodo-tijesne svjetiljke. Baza svjetiljke izrađena je od ojačanog polikarbonata, UV stabilna, kopče za montažu su od nehrđajućeg čelika. Opalni difuzor je od polikarbonata otpornog na udarce, optimiziran za smanjenje blještanja. Dimenzije svjetiljke 1572x145x111mm. Izvor svjetlosti je integrirani LED snage max. 72 W, neutralno bijele boje svjetlosti temperature 4000K. Izlazni svjetlosni tok je min. 10290 lm, a efikasnost svjetiljke min. 141lm/W. Klasa zaštite I, energetska klasa A+ te moguća odstupanja od temperature boje svjetla LED izvora iznosi 3 MacAdam stupnja. Napajanje je integrirano, stupanj zaštite od čestica i vlage je IP66, a stupanj zaštite od mehaničkih utjecaja je IK10 (Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova, 2020.).

#### **4.4. Tehničko-tehnološka obilježja**

Predviđeno je hlađenje i ventiliranje spremišta, odnosno dvije komore za krumpir, na optimalnu temperaturu od 4°C preko kompaktnog uređaja za hlađenje i ventilaciju (energent - električna energija). Prostorija za manipulaciju neće biti grijana te nije predviđeno priključenje na instalaciju prirodnog plina. Budući da sadržaj građevine i djelatnosti koje će se obavljati u građevini i građevinske parcele neće biti izvor zagađenja

okoliša, priključenjem na raspoloživu komunalnu infrastrukturu bit će zadovoljeni sanitarni standardi. Potrebno je osigurati zaštitu od buke i drugih štetnih utjecaja (Tehnološki projekt, 2020.).

Zahtjevi skladišta prema fazama:

Prva faza nakon vađenja krumpira i dovoza u skladište jest sušenje krumpira. Zavisno od uvjeta vađenja i trenutnog klimatskog stanja, krumpir može doći u skladište dosta vlažan i relativno visoko zagrijan. U toj fazi potrebno je što prije osušiti krumpir, tj. eliminirati površinsku vlagu krumpira i vlagu na ostacima zemlje koja se drži za krumpir.

Sušenje se odvija s vanjskim zrakom pomoću ventilacije. Sustav prati razliku vlage između prostora skladišta i vanjskog zraka, te odvodi višak vlage, kad uvjeti to dozvoljavaju.

Druga faza je „zacjeljivanje rana“ – proces držanja krumpira na stabilnoj temperaturi određeno vrijeme. Taj proces može potrajati od 5 do 10 dana, a ciljna temperatura je cca do +12°C.

Treća faza je kontrolirano spuštanje temperature po zadanoj krivulji na željenu temperaturu skladištenja. U tom periodu se preporuča da se temperatura krumpira spušta po krivulji strmine od maksimalno 0,5°/24 sata. Taj proces također može potrajati od nekoliko dana do nekoliko tjedana, dok se ne postigne i stabilizira željena temperatura skladištenja.

U četvrtoj fazi odvija se čuvanje krumpira, a to je održavanje stabilne temperature proizvoda pomoću rashladnog sustava i dobre kontrolirane ventilacije.

U svim fazama je vrlo bitno pratiti koncentraciju CO<sub>2</sub> koja ne bi smjela biti veća od 0,5 %.

Cilj ventiliranja skladišta je ugađanje unutarnjeg ambijenta skladišta na optimalnu temperaturu (4,5 – 5 °C) tako da se zadrži kvaliteta uskladištenog krumpira, da se spriječi naklijavanje i da se gubici na težini svedu na minimum (Tehnološki projekt, 2020.).

## **4.5. Sustavi i oprema u skladištu**

### **4.5.1. Sustav za provjetravanje i hlađenje u skladištu**

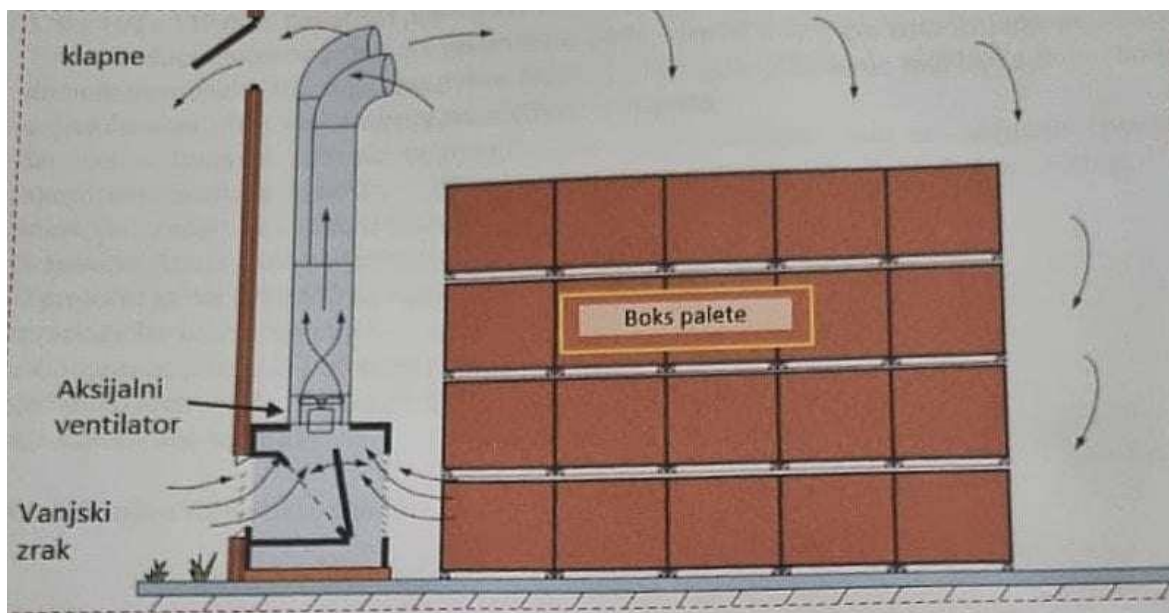
U ovom skladištu – hladnjači za provjetravanje i hlađenje koristi se sustav „air-max“. To je kompleksan tehnološki sklop koji vrši kontroliranu cirkulaciju zraka u

prostoru rashladne komore. Uređaj se sastoji od unutarnje jedinice s aksijalnim ventilatorom, kompresorom, kondenzacijskom jedinicom i isparivačem, pokretnim zaklopcima za izlaz ili ulaz vanjskog zraka, mjernim sensorima temperature, relativne vlažnosti i koncentracije CO<sub>2</sub>, te upravljačkom jedinicom koja kontrolira parametre i upravlja sustavom. Ovakav sustav radi sa suvremenim tehnološkim rješenjima, elektromotori su frekventno regulirani, radne funkcije su vođene provjerenim softverom i upravljačkom jedinicom visokih performansi, a sve je povezano na PC i mobitel, što omogućuje potpunu informiranost operatera i reakciju u realnom vremenu. U svakoj rashladnoj jedinici koja hladi jednu rashladnu komoru smješten je kompresor, kondenzacijska jedinica, isparivač te po dva aksijalna ventilatora promjera 630 mm sa 6 lamela i frekventnom regulacijom brzine, radnog kapaciteta 20.400 m<sup>3</sup>/h, električne snage svaki po 2 kW, a zajedno ostvaruju predtlak od 100 Pa. Rashladni dio kapacitiran je na 30 kW termičke snage uz potreban priključak električne snage cca 18kW (Tehnološki projekt, 2020.).



Slika 19. Komora za skladištenje s jedinicom za prozračivanje i hlađenje

*Izvor: Tehnološki projekt*



Slika 20. Shematski prikaz sustava za prozračivanje i hlađenje

*Izvor: Tehnološki projekt*

#### 4.5.2. Drveni sanduci – boks palete

Za potrebe kvalitetnog čuvanja povrća, koriste se drveni sanduci – boks palete dimenzija 120 x 160 x 123 cm. Kapacitet jednog sanduka – boks palete iznosi 1,2 tone krumpira +/- 3%. To su sanduci otvorenog tipa, s otvorima u podu i na bočnim stranama između pojedinih drvenih elemenata, što osigurava dobro prozračivanje – provjetranje sadržaja, a time i bolje uvjete čuvanja i duži vijek trajanja skladištenih proizvoda. Sanduci su izvedeni tako da se mogu slagati jedan na drugi, čime se osigurava i izvrsno iskorištenje prostora skladišta. Traži se čvrstoća do 6 sanduka postavljenih jedan na drugi. Materijal: crnogorično drvo iz Skandinavije ili sjeverne Rusije, glatko obrađeno. U projektu se nabavlja 400 komada iz razloga što osim krumpira koji se čuva u komorama, palete su potrebne i za sjemenski krumpir, te za krumpir koji nije standardne kalibraže (Tehnološki projekt, 2020.).



Slika 21. Boks palete

*Izvor: IP<sup>13</sup>*

#### **4.5.3. Usipni koš (bunker)**

Radi se o mobilnom stroju marke Grimme koji je opremljen jedinicom za separiranje, sa valjkastom trakom za odvajanje zemlje i žlijebom za finalni proizvod. Transportna traka kontrolirano dozira količinu krumpira na slijedeću fazu, a pogon je elektro-hidraulički. Regulacijski rasponi mogu biti od 5 – 55 mm. Teorijski kapacitet : do 7,5 m<sup>3</sup>/h. Širina između stranica usipnog koša iznosi 290 cm, radna širina iznosi 140 cm, min visina rukavca 800mm, volumen spremnika 9 m<sup>3</sup> te je izlazna traka široka 65cm (Tehnološki projekt, 2020.).





Slika 22. Usipni koš

*Izvor: IP<sup>14</sup>*

#### **4.5.4. Dvostrani punjač sanduka (boxfüller)Grimme GBF**

Punjač sanduka dvostrano izvodi punjenje kako bi se sanduk koji je napunjen, bez zastoja linije mogao odvesti na skladištenje, a u to vrijeme puni se sanduk s druge strane. Punjač ima dvije platforme za sanduke, poprečnu transportnu traku te podesivu brzinu kretanja trake. Da bi se smanjilo udarno djelovanje i oštećivanje gomolja, stroj ima gumene zastore koji sprečavaju prejak pad gomolja i njihovo oštećenje, a snabdjeven je i sa senzorom za dojavu punog sanduka kao i vlastitim hidrauličkim sustavom za pogon i regulaciju pokretnih elemenata. Proces punjenja kontroliraju ultrazvučni senzori otporni na prašinu koji dojavljuju stanje u upravljačku jedinicu. Dvostrani punjač sanduka je dimenzija 4,5 – 5m x 1,3 m te kapaciteta 12 – 25 t/h (Tehnološki projekt, 2020.).



Slika 23. Dvostrani punjač sanduka

*Izvor: Tehnološki projekt*

#### **4.5.6. Kalibrator Web grader ST-0920**

Za potrebe kalibriranja krumpira prije ulaska u skladište koristi se stroj za kalibriranje. U ovoj fazi važno je izvršiti kalibraciju jer proces skladištenja ima svoje ekonomske zakonitosti i nije logično da se u skladište uputi krumpir koji će kasnije kod izuzimanja i prolaska kroz kalibrator ostati neprihvatljiv za prodaju jer ne zadovoljava uvjete kupca zbog svoje veličine ili oblika. U projektu se nabavljaju dva ista stroja kapaciteta 8 – 15 t/h koji se sastoje od sortirnog dijela dužine 200 cm te radne širine 90 cm i invertera za regulaciju brzine (Tehnološki projekt, 2020.).



Slika 24. Kalibrator

*Izvor: Tehnološki projekt*

#### 4.5.7. Transportna traka

Transportna traka koristi se za manipulacije s krumpirom te za spajanje pojedinih faza prijema. Koristi se transportna traka tipa „labud“ dužine 320cm s produžetkom od 50 cm te širine 50 – 60 cm. Sadržava inverter za podešavanje brzine, a visina se podešava ručno (Tehnološki projekt, 2020.).



Slika 25. Transportna traka tipa „labud“ marke Pro-Vega

*Foto: V. Srpak*

#### 4.5.8. Viličari

Za potrebe manipulacije u skladištu i podizanje paleta koristi se čeonu viličar i ručni električni viličar. Čeonu viličar ima podiznu snagu 1,8 tona te dieslov motor za pogon. Dužina vilica je 120 cm, a visina dizanja 520 cm. Sadrži dodatnu hidrauliku te zaokretno sjedalo. Ručni električni viličar ima bateriju od 24 V te podiznu snagu 1200 kg. Duljina vilica iznosi 115 cm, a maksimalna visina podizanja je 20,5 m (Tehnološki projekt, 2020.).

#### **4.5.9. Diesel agregat**

Diesel agregat služi kao pomoćna opcija u slučaju problema s kapacitetom priključka struje ili eventualnim ispadima. Diesel agregat nazivne snage 100 kW nalazi se izvan objekta te je spojen u sustav opskrbe električnom strujom na ispravan način. Radna snaga stroja iznosi 30,5 kW, napon 400 V te frekvencija 50 Hz. Motor je 4-cilindrični, vodom hlađeni te sadrži izolirano kućište kako bi se umanjile razine buke i vibracije (Tehnološki projekt, 2020.).

## 5. ZAKLJUČAK

OPG Furdi već dulje vrijeme bavi se proizvodnjom krumpira i drugih poljoprivrednih proizvoda te uz proizvodne površine i potrebnu poljoprivrednu mehanizaciju posjeduje i agrotehnička znanja i dugogodišnje iskustvo u poljoprivrednoj proizvodnji.

Ovaj kvalitetni skladišni objekt s dvije zasebne komore ukupnog je kapaciteta 344 tone. Skladištenje krumpiraje u boks paletama, uz upotrebu sofisticiranog sustava za prozračivanje i hlađenje.

Suvremenim načinom skladištenja povećana je sigurnost proizvodnje, čuvanja i plasmana krumpira na tržište bez upotrebe aktivne tvari klorprofam.

Osim kvalitetnog skladištenja, na ovaj se način osigurava i kvalitetna materijalna osnova za daljnji razvoj.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Čolaković, K. (2007): Skladištenje i čuvanje krumpira. Glasnik zaštite bilja, 3/2007, 39-47, pregledni rad.<https://hrcak.srce.hr/file/241870>, (25.08.2024.)
2. Fernandez, V., Eichert, T. (2009): Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Science* 28: 36-68.
3. Gadžo, D., Đikić, M., Mijić, A. (2011): Industrijsko bilje, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo 76 -96.
4. Gagro, M. (1998): Industrijsko i krmno bilje: Krumpir. Zagreb.
5. Glišić, S. (1976.): Savremena proizvodnja krompira. Sarajevo.
6. Horvat, T., Poljak, M., Lazarević, B., Svečnjak, Z., Slunjski, S. (2013.): Utjecaj folijarne gnojidbe na sadržaj suhe tvari i koncentraciju mineralnih elemenata u gomolju krumpira. *Glasnik biljne zaštite*, 36 (4), 20-27.
7. Janković, M., Kosi, F. (2021): Tehnološki i tehnički parametri skladištenja krompiranamenjenog proizvodnji čipsa, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
8. Korunek, I., Pajić, S. (2007): Agrotehnika proizvodnje merkantilnog krumpira. *Glasnik Zaštite Bilja*, 30(3), 4-11.
9. Lisińska, G., Leszczyński, W. (1989): *Potato science and technology*. Springer Science & Business Media.
10. Matin, A., Špelić, K., Radić, T., Vašarević, T., Matin, B. (2022.): Dorada i skladištenje krumpira. *Glasnik zaštite bilja*, 110-115.<https://hrcak.srce.hr/file/417567>, (25.08.2024.)
11. Rotim, N. (2010): Skladištenje krumpira. *Glasnik zaštite bilja* 6/2010, 36-39, stručni rad.
12. Tehnološki projekt (2020): Izgradnja i opremanje skladišta za krumpir kapaciteta 344 tone, nabavka boks paleta i pripadajuće opreme za prijem krumpira u skladište.
13. Troškovnik građevinsko-obrtničkih radova (2020): Izgradnja do osnovne građevine – skladište /hladnjača za krumpir.

Internet portal (IP):

IP<sup>1</sup> -Repozitorij

VGUK:<https://repozitorij.vguk.hr/islandora/object/vguk%3A166/datastream/PDF/view>, (20.07.2023.)

IP<sup>2</sup> - Quora:<https://www.quora.com/What-is-the-square-root-of-a-potato>, (20.07.2023.)

IP<sup>3</sup> - Science LearningHub:<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1662-vegetative-plant-propagation>, (23.08.2023.)

IP<sup>4</sup> - Justpuregardening:<https://www.justpuregardening.com/can-you-eat-potato-leaves-poisonous/>, (23.07.2023.)

IP<sup>5</sup> - Allotment Gardens:<https://www.allotment-garden.org/vegetable/potatoes/potato-flowers-fruits-seeds-breeding/>, (28.07.2023.)

IP<sup>6</sup> - Harvestinghistory: <https://harvesting-history.com/an-ancient-vegetable-with-modern-nutritional-value-the-fingerling-potato/>, (01.08.2023.)

IP<sup>7</sup> - Čapljinški portal:<https://caportal.net/2023/03/27/otkrijte-tajnu-uspjesnog-uzgoja-krompira-saznajte-pravu-dubinu-sadnje-za-rekordne-prinose/>, (02.08.2023.)

IP<sup>8</sup> - Stranica o vrtu i povrtnjaku: <https://flw-hrn.imadeself.com/33/stroi-tehnika/kartofelesazalki-dla-mini-traktora-23-foto-osobnosti-odnorodnih-i-dvuhradnih-modelej-posadka-kartofela-smesennoj-kartofelesazalkoj>, (02.08.2023.)

IP<sup>9</sup> - Agroklub: <https://www.agroklub.ba/povrcarstvo/proizvodac-slobodan-pastar-koristi-prirodnu-metodu-cuvanja-konzumnog-krompira/57142/>, (03.08.2023.)

IP<sup>10</sup> - Gospodarski list: <https://gospodarski.hr/rubrike/mehanizacija/novi-kombajni-za-vadenje-krumpira/>, (04.08.2023.)

IP<sup>11</sup> - Agroportal:<https://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/17651>, (04.08.2023)

IP<sup>12</sup> - EHO:<https://www.eho.eu/hr/sustavi-skladistenja-voca-i-povrca/>, (13.08.2023.)

IP<sup>13</sup> - Banija-Pal:<http://www.nikola.banija-pal.rs/boks-paleta/>, (25.08.2023.)

IP<sup>14</sup> - GRAPAK: <https://grapak.hr/proizvod/usipni-bunker-grimme-rh-12-e-rh-16-e>, (27.08.2023.)



## IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, \_\_\_\_\_, OIB \_\_\_\_\_  
rođen/a \_\_\_\_\_ u \_\_\_\_\_ pod punom  
odgovornošću svojim potpisom potvrđujem da sam samostalno izradio/la završni rad  
pod naslovom:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- da je rad napisan u skladu s Uputama za pisanje završnog rada Veleučilišta u Križevcima
- da je rad napisan u duhu hrvatskog jezika i gramatički ispravan
- da je ovo moj autorski rad (niti jedan dio nije nastao kopiranjem ili plagiranjem tuđeg sadržaja)
- da su svi korišteni literaturni izvori odgovarajuće citirani i navedeni u popisu literature
- da je sažetak na engleskom jeziku gramatički ispravan (diplomski studiji)
- da je elektronička verzija ovog rada identična tiskanoj koju su odobrili mentor i članovi Povjerenstva

U slučaju da se u bilo kojem trenutku dokaže suprotno, spreman/na sam snositi posljedice uključivo i poništenje javne isprave stečene na temelju ovoga rada.

U Križevcima, \_\_\_\_\_

Potpis studenta/studentice

\_\_\_\_\_