



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Lars Jakob Veflingstad

Bacheloroppgave

Planlegging av ny korntørke på Nøttestad Nordre

Planning of a new grain dryer at Nøttestad Nordre

Bachelor i landbruksteknikk

6JB299

2022

Samtykker til utlån hos høgscolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Etter tre år som student ved Høgskolen i Innlandet avdeling Blæstad, markerer denne bacheloroppgave en avslutning for utdannelsen min innen landbruksteknikk. Studietiden har vært en fin tid til tross for covid-19 pandemien, hvor store deler av undervisningen ble omgjort til Zoom-forelesning.

Bakgrunnen for valgt oppgave er på grunn av at jeg er interessert i kornproduksjon og tørking av korn. Feltmekanisering 2 – høstonn, dataassistert konstruksjon (DAK) og bygningsteknikk var inspirerende fag for valgt oppgave.

Min bacheloroppgave går utpå å finne en løsning og planlegge et nytt korntørkeanlegg på Nøttestad Nordre, hvor ny løsning skal kombineres med gammelt anlegg.

Jeg ønsker å gi en takk til:

- Svein Øivind Solberg, min veileder av oppgaven.
- Dag Jørgensen, for tips til oppgaven.
- Familie, for korrekturskriving og diskusjoner om oppgaven.
- Enkelte medstudenter, for tips i oppgaven.
- Mikkel S. Snarud, for faglige samtaler om emnet.
- Erik Hoel, for prissetting og beregning av teknisk utstyr.
- Hans Henrik Gjeterud, for prissetting av bygg.

Lars Jakob Veflingstad, Ottestad, 1. juni 2022.

Norsk sammendrag

Tørking og kjøling av korn er avgjørende for å få god lagerstabil kornmasse. I framtiden er det antatt at norsk landbruk er mer uforutsigbart og med mer usikkert vær som gjør at bonden må tenke mer på hvordan en kan øke kapasitet på tørke- og lageranlegg.

Til denne bacheloroppgaven blir problemstilling å planlegge en løsning som øker lager- og tørkekapasitet for korn på gården Nøttestad Nordre, ved å kombinere nytt- og eksisterende tørkeanlegg.

Jeg tilegnet meg kunnskap ved å snakke med fagpersoner på område. De kom med konkrete anbefalinger som hadde ett innhold som var svært relevant for min oppgave. Jeg brukte også skolens pensumliste for å supplere med faktakunnskaper.

Gjennom oppgaven viser jeg til ulike korntørker og tilegner meg kunnskap om korntørkenes forskjellige funksjoner som tørke- og lagerkapasitet, dette har dannet grunnlaget for min planlegging og tegninger av det nye tørkeanlegget på gården Nøttestad Nordre.

Gjennom oppgaven utarbeider jeg tre ulike alternativer som blir lagt inn i en evalueringstabell. Jeg gir alternativene en poengscore fra 1 til 6 etter selvvalgte kriterier for eksempel inn- og utlasting, tørkekapasitet og lagerkapasitet. Det alternativet som fikk høyest poengscore var et tørke- og lageranlegg, bygget som et tilbygg på eksisterende driftsbygning. Tilbygget blir oppført i bindingsverk i tre, med samme kledning og estetikk som eksisterende driftsbygning.

Engelsk sammendrag (abstract)

Drying and cooling of grain is essential to achieve storage stable grain mass. In the future is believed that Norwegian agriculture is more unpredictable and with unstable weather that means that farmers must think a head on how to increase the capacity of grain drying and storage.

In this bachelor thesis the issue is how to plan a solution that will increase storage- and drying capacity for grain on Nøttestad Nordre farm, by combining the new and already existing facilities.

I accumulated knowledge by talking to experts in the field. They recommended very relevant contents for my thesis. Furthermore. I have used the school's syllabus to supply further knowledge.

Throughout my paper I refer to different grain dryers and acquire and understanding about the grain dryers' different functions such as drying and storage capacity, this knowledge has formed the basis of my planning and drawings used in this paper.

Trough my thesis, I prepare three different alternatives that I entered in an evaluation table. I scored the alternatives from 1 to 6 according to my criteria's such as loading- and unloading grain, drying capacity and storage capacity. The alternative that received the highest score is an drying and storage facility, built as an extension to the existing building on the farm. The extensions will be built in the same materials and same aesthetics as the existing building.

Innholdsfortegnelse

FORORD	3
NORSK SAMMENDRAG.....	4
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	5
1. INNLEDNING.....	8
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	8
1.2 TØRKING OG LAGRING AV KORN	8
1.3 KORNPDUKSJON I NORGE	11
1.4 ULIKE KORNTØRKER	12
1.4.1 Varmluftstørke	13
1.4.2 Universaltørke/plantørke	14
1.4.3 Rundsilo	15
1.4.4 Bingetørke.....	16
1.5 PROBLEMSTILLING	17
2. MATERIALE OG METODE	18
2.1 GÅRDEN I DAG	19
2.2 BESKRIVELSE AV DAGENS KORNTØRKE PÅ GÅRDEN.....	21
2.3 OVERORDNA KRITERIER TIL ALTERNATIVER	23
3. ALTERNATIVE LØSNINGER	25
3.1 ALTERNATIV 1	26
3.2 ALTERNATIV 2	27
3.3 ALTERNATIV 3	28
4. EVALUERING AV LØSNINGER	29
4.1 FORKLARING PÅ GITT POENGSORE	30
5. DETALJERT PLANLEGGING AV VALGT ALTERNATIV.....	32

5.1 ROMPROGRAM FOR BYGG OG TEKNISK LØSNING.....	32
5.2 TEKNISK LØSNING	33
5.2.1 <i>Beregning av lagerkapasitet på luftesilo.....</i>	<i>34</i>
5.2.2 <i>Beregning av viftekapasitet og varmebehov til satstørke</i>	<i>35</i>
5.3 GRUNNARBEID, KONSTRUKSJON, ESTETIKK OG PLASSERING	36
5.3.1 <i>Grunnarbeid.....</i>	<i>36</i>
5.3.2 <i>Forskaling og betong</i>	<i>37</i>
5.3.3 <i>Veggkonstruksjon.....</i>	<i>38</i>
5.3.4 <i>Takkonstruksjon</i>	<i>38</i>
5.3.5 <i>Estetikk og plassering</i>	<i>39</i>
5.4 PRISKALKYLE TIL LØSNING.....	39
6. AVSLUTTENDE DISKUSJON OG KONKLUSJON.....	40
9. VEDLEGG	44

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Bakgrunnen for valgt bacheloroppgave ved Høgskolen i Innlandet, avdeling Blæstad er at jeg er interessert i kornproduksjon og korntekniske løsninger. Valget ble derfor å finne en løsning for ny korntørke på Nøttestad Nordre, Stange kommune i Innlandet. Gården har i dag en kaldluftstørke med lagerkapasitet til halv avling, noe som gjorde det svært interessant å planlegge en ny korntørke med større kapasitet. Jeg hadde som mål at det nye anlegget kunne kobles sammen med det eksisterende for å gjøre det mulig å bevare og videreutvikle det som allerede eksisterer på gården. Med tanke på at dagens regjering vil øke matsikkerheten etter Covid-19-pandemien (Regjeringen, 2022), men også med bakgrunn i krigen i Ukraina, følte jeg at norsk kornproduksjon og tema for denne bacheloroppgave ble enda viktigere.

1.2 Tørking og lagring av korn

Kvaliteten på kornet påvirker hvor god lagerdyktighet kornet får etter tørking. God og trygg lagring blir i stor grad avgjort av vanninnhold (målt i prosent) men også av hvilken temperatur kornet har etter tørking. Derfor må kornet tørkes slik at vanninnholdet er under 15 %, og temperatur under 15°C for at kornet kan langtidslagres (Hoel, Abrahamsen, Strand, & Sundgren, u.å.).

For å tørke korn må det til store mengder med god og varm luft som frakter fuktigheten i kornet vekk. Dette blir gjort ved hjelp av vifter som blåser luft gjennom kornet. Luftstrømmen gjennom kornmassen tar alltid den letteste veien ut på grunn av luftmotstand. Dette vil si at der luftstrømmen er som størst, vil tørkesonen til kornet bli som best. Ligger kornmassen i forskjellige høyder, vil derfor kornet på det laveste punktet i kornbingen bli mer tørket. Dette er på grunn av større luftstrøm grunnet mindre luftmotstand. Derfor er det avgjørende å ha jevn overflate på kornmassen, som sikrer lik tørking og jevnere vanninnhold. (Hoel, Abrahamsen, Strand, & Sundgren, u.å.).

Selve tørkingen kan gjøres på to forskjellige måter, enten med kaldluft- eller varmluftstørke. Ved bruk av kaldluftstørke tilsettes ikke oppvarmet luft, og da er det viktig å passe på at lufta som blir blåst inn i kornet er tørr og med høyest mulig temperatur i forhold til hva som er praktisk mulig (utetemperatur). Derfor vil dette si at desto tørrere og varmere luft som blir blåst inn, desto raskere vil kornet bli tørt. Blir det derimot blåst inn rå og kald luft gjennom kornet, vil det gjøre at kornet blir råere og kvaliteten blir deretter (Statens kornforretning, 1978).

Ved bruk av kaldluftstørking kreves det store mengder luft for å få ned vannprosenten. Ved høyere vannprosent, vil det ta lengre tid før kornet er tørket ned. I kaldluftstørker brukes vifter som har en viftekapasitet mellom 800 – 1000 m³ luft pr. tonn pr. time. Dette gjør at anlegget kan tørke ned 0,5 – 1 gram vann pr. m³ luft som blir blåst gjennom kornet (Statens kornforretning, 1978). Tørketiden ved samme viftekapasitet vil derfor, i tillegg til å være avhengig av hvor tørr og varm lufta er, variere avhengig av hvilket vanninnhold det er i kornet ved innlegging, høyden på kornmassen og kornets vekt (oppgitt i hektolitervekt).

Vanninnholdet i kornet påvirker mengden korn som kan lagres. Med et høyt vanninnhold får man inn færre tonn korn pr. m³ sammenlignet med om kornet har et lavere vanninnhold, siden vanninnholdet gjør at selvet kornet i volum blir større. Ettersom kornet tørker, minker vannprosenten, og kornet blir hardere og mindre. Dette gjør at en får flere tonn korn pr. m³ (Hillestad & Bungler, 2019).

For å vite hvor tørr lufta er, anvendes et hydrometer som er et instrument som leser av den relative fuktigheten (RF) i luften. Viser hydrometeret en RF mellom 80 til 100 %, bør en stoppe viften (hvis kaldluftstørke) for å unngå å blåse inn rå luft. Derfor bør en oftest i Norge på høsten unngå å kjøre viftene på kvelden/natten eller tidlig morgen på grunn råere luftfuktighet. Enkelte dager kan værforholdene være gode slik at viftene kan gå på natten likevel. Hvis perioden hvor kornet skal tørkes (med kaldluftstørke) er kjølig og luftfuktigheten er høy, gjør dette sitt til at tørkekapasiteten blir redusert. Klarer ikke anlegget å få og tørket og avkjølt kornet tilstrekkelig, vil varmegang kunne oppstå. Ånding gjør at temperaturen i kornet øker, noe som lett medfører muggdannelse i kornmassen med slike ugunstige forhold (Hoel, Abrahamsen, Strand, & Sundgren, u.å.).

Den mest energibesparende tørkemetoden er å la kornet stå ute til det er tørt, men det er ikke alltid det er mulig. Derfor er fyringsanlegg fra olje/diesel/gass eller halm/flis aktuelle som til en fyringskilde til korntørke. Et annet eksempel på energi til korntørke er solfangertak. Et Solfangertak bruker luft som har blitt oppvarmet av solenergi. Når solenergi treffer takplatene på driftsbygningen, varmer takplatene opp luft i kanaler under taket (Hillestad & Bungler, 2019). Jeg mener dette kan være et rimelig og klimavennlig alternativ, men varmekilden fungerer kun ved solvarme.

Varmluftstørking bruker luft som har blitt varmet opp med et fyringsanlegg. Dette er en hurtig måte å tørke på, men det krever store mengder varmluft. Tørkemetoden gjør at tørka trenger jevnlig tilsyn, både på grunn av fare for overtørking av korn, men også på grunn av brannfare. Dagens varmlufttørker har automatikk som leser av temperaturen i kornet, og gjør det sikrere å tørke korn (Hoel E. , 2017). Se kapittel 1.4.1, mer om varmluftstørker.

Når kornet har blitt tørket ned til riktig vannprosent, må kornet kjøles ned. Uten nedkjøling vil temperaturen i kornet øke, og faren for varmgang i kornet vil også øke dersom det fortsatt skulle finnes lommer med korn med vannprosent over 15%. Uansett om kornet kommer fra tørka eller rett fra jordet (med vanninnhold på 15%) må kornet nedkjøles på grunn av høy temperatur. Har kornet varierende vanninnhold, bør kornet rulleres. Rullering av korn vil si at en flytter den nederste kornmassen og legger massen toppen. Dette gjør at en klarer å tørke mer på kornet og mer utjevning av vannprosent (Hoel, Abrahamsen, Strand, & Sundgren, u.å.).

Mot slutten av 1950-tallet undersøkte Statens Kornforretning om det var mulig å bygge egne gårdstørker med kaldluft. Det viste seg å la seg gjøre, og utover 1960-tallet investerte mange bønder i egne gårdstørker med lagerkapasitet. De første tørkene var enkle planbingetørker, hvor det tilhørte en tippesjakt med en vifte i bunn som blåste kornet til bingen. Tømming av anlegget ble gjort ved å åpne luker i gulvet under bingen. Ved hjelp av tyngdekraften, rant kornet gjennom gulvet og ned i en henger. Tørke- og lagerprinsippet er bygget opp av samme prinsipp nå som den gang, men med i dag er et større utvalgt av forskjellige og forbedrende korntørker er å få på markedet (Statens kornforretning, 1978) (Hoel E. , 2017).

1.3 Kornproduksjon i Norge

Kornproduksjon i Norge kan til tider være krevende med tanke på klimaet, som gir en kort vekstsesong og innhøstningsforhold som kan være problematiske, samtidig som klimaet stadig er i forandring. Det antydes at framtiden vil gi et klima som gjør det mer uforutsigbart og med mer ekstremvær. Med disse klimaendringen kan landbruket i Norge regne med høyere temperatur og mer regnvær som kan gjøre skade på avlingene. Derfor må norsk landbruk tilpasse seg klimaendringene med å øke kapasitet på korntørke eller tresker. Andre eksempler er ta i bruk bedre kornsorter som tåler hardere klima eller å gi mer vanntilgang til kornplanten (Wiréhn, 2018).

Været er en av faktorene som avgjør størrelsen på mengden produsert vare, og hva slags kvalitet som blir av sluttproduktet på kornet. Lite regn og lav jordfuktighet gjør at kornet for eksempel ikke klarer å spire etter såing. Senere i sesongen med lite nedbør gjør at planten tørker ut (Hillestad & Bungler, 2019).

I motsatt ende om det kommer for mye nedbør på en gang, vil det gjøre at kornplanta drukner. Står kornet innhøstingsklart over en lengre periode på grunn av mye nedbør om høsten, kan det det i verste fall ende med avlingsreduksjon (egne erfaringer, 2020). Aksgroing (kornet har begynt å spire i akset) er et utfall av ujevne forhold under modning med høy temperatur og mye regn mot slutten av modningstiden (Graminor, 2021). Dette gjør det utfordrende å dyrke korn som stiller høye kvalitetskrav, særlig dersom kornet skal bli til mat. Mathvete har et minstekrav hvor hektolitervekt må være på 79, falltall over 200 og et proteininnhold over 11,5% for å oppfylle kravene til mathvete (Graminor, 2022).

I Norge er det kun 3 prosent av totalt landareal som er egnet for jordbruk, som til sammen er ca. 9,8 millioner dekar. Disse arealene blir per 2021 drevet av 38076 jordbruksbedrifter, fordelt over hele Norge (Statistisk sentralbyrå, 2022). Av de jordbruksbedriftene som blir drevet, er det flere som forpakter bort arealene sin til andre drivere. Ut ifra egne erfaring og tilegnet kunnskap rundt ved denne bacheloroppgaven, er det flere og flere som forpakter bort arealene sine til andre drivere. Er dette fordi lønnsomheten bak norsk landbruksproduksjon blir svakere, som gjør at de minste gårdsbrukene blir borte?

Klimaendringene i Norge gjør at det blir tidligere våronn. Med tidligere våronn åpnes det nye muligheter for å velge andre sorter som krever lengre veksttid som kan gi mer avling. I Norge kan været variere i alle veksttidsesonger. Det blir derfor uforutsigbart høstetidspunkt for bonden. I ett år med mye regn, blir det ekstra viktig at bonden har god kapasitet på tørkeanlegget (Hillestad & Bungler, 2019).

Begynnelsen av 1950-tallet utviklet treskerne seg og fikk mer kapasitet som gjorde at en større mengde korn ble høstet samtidig. De fleste av kornbøndene kjørte kornet direkte til kornmotak på høsten siden gårdene ikke hadde egne gårdstørker. Dette kunne medføre ventetid siden det var mange som leverte kornet sitt samtidig til mottak (Statens kornforretning, 1978). I dag er det også mange kornbønder som leverer kornet sitt direkte til et kornmotak, men fra 2021/2022 sesongen måtte en bestille time for kornlevering for å få levert kornet (Felleskøpet, 2022). Dette er innført for å redusere kø som gir bonden en mer effektiv innhøsting.

1.4 Ulike korntørker

Det finnes ulike typer korntørker, som enten er mobile eller stasjonære. I denne oppgaven tar jeg kun for meg de stasjonære. Jeg kommer til å forklare mer i detalj om oppbygning og prinsipp til kald- og varmluftstørke av forskjellige typer. De mest vanlige tørkene i Norge er:

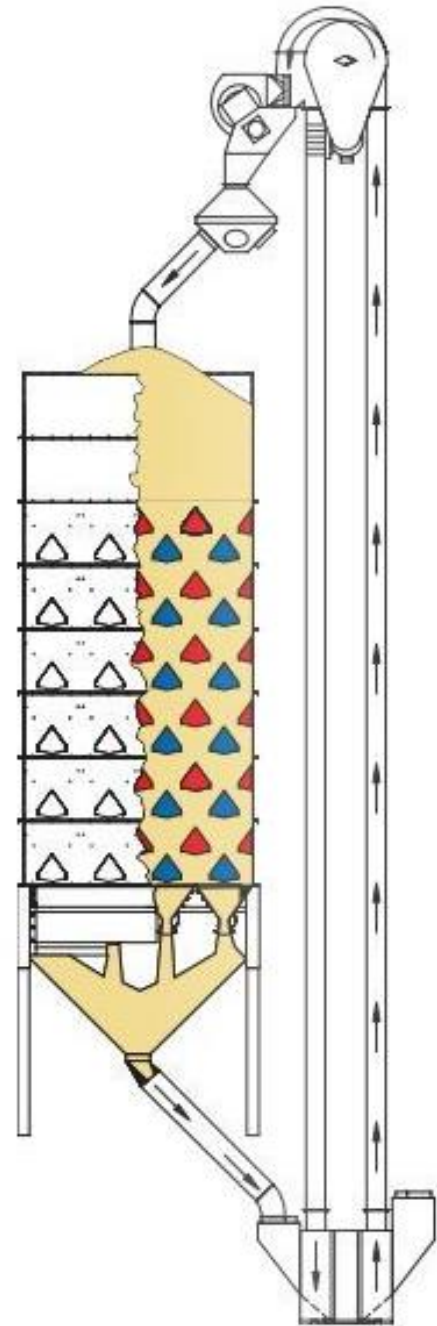
- Varmluftstørke, sats- og kontinuerligtørke.
- Universaltørke/plantørke.
- Rundsilø.
- Bingetørke.

1.4.1 Varmluftstørke

En varmluftstørke kan inndeles inn i to forskjellige tørker med ulike tørkemetoder. Disse tørkene er satstørke og kontinuerligtørke. En satstørke tørker en og en sats om gangen. En sats er mengde korn som tørker. En sats varierer ut ifra størrelsen på satstørken, det kan være i fra 10 til 40 m³ pr. sats. Desto større en sats er, desto lengre tid tar det før tørka har tørket kornet ned til lagerdyktig korn. Tørketiden varierer også avhengig av vanninnholdet på kornpartiet og hvor mye varme fyrkjelen har evne til å gi fra seg. En kan derfor regne 2 satser pr. døgn, hvor tørking og avkjøling er innberegnet (Hoel E. , 2017).

Tørken er bygget opp av tørke- og synkeseksjoner. Antall seksjoner varierer ut ifra størrelse på satstørken. Lagvis oppover i tørken er det luftkanaler hvor det blir blåst varmluft eller kaldluft gjennom kornet ettersom en skal tørke eller avkjøle (Hoel E. , 2017). Se figur 1, for hvordan kornet blir fraktet rundt i tørken.

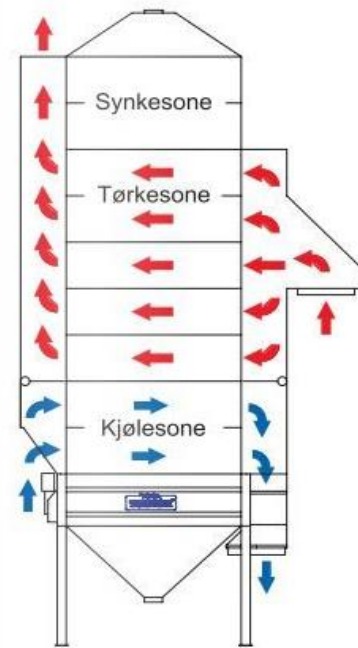
Satstørka fungerer på den måten at et rått kornparti blir lagt på toppen for deretter å renne ned over i tørka. Etter hvert som satstørka tørker kornet, bør en rullere for få jevn tørk. Rulleringen gjør at kornet som er i bunn blir sluppet ut og lagt på toppen av satstørke. Selve rulleringen kan enten bli gjort konstant eller med gitte tidsperioder (Hoel E. , 2017).



Figur 1: Viser hvordan en satstørke er bygget opp med luftkanaler innvendig. Rød er varmluft og blå er kaldluft. Fra satstørka renner kornet ned i en elevator, og elevatoren frakter kornet opp i satstørke igjen. Figuren viser at det er seks tørkesoner. (Tornum, 2009)

Når ønsket vannprosent er oppnådd, må kornet kjøles ned. Dette fordi kornet skal bli lagerfast. Dette kan enten gjøres i selve satstørka, eller i en silo som blåser kald luft gjennom kornet (Hoel E. , 2017).

En kontinuerlig tørke er bygget opp i tre ulike deler som er kjøle-, tørke- og synkesone. Prinsippet til tørka er slik at det konstant fylles på med nytt korn ettersom tørka får tørket ned kornet. Forkjellen mellom en kontinuerlig tørke og en satstørke er at ferdig tørket og avkjølt vare kommer ut av kontinuerlig tørka på grunn av egen kjølesone (Hoel E. , 2017). Se figur 2, for hvordan kald- og varmluft blir blåst gjennom tørka. Disse to varmluftstørkene er kun for tørking, som vil si at det må være lagersiloer i tillegg.



Figur 2: Viser hvordan en kontinuerlig tørke er bygget opp med synke-, tørke- og kjølesone. (Tornum, 2009)

1.4.2 Universaltørke/plantørke

Universaltørke, ofte kalt plantørke, er en tørke som har et flatt gulv med flere bruksområder enn bare å tørke korn. Andre bruksområder er for eksempel å tørke høy eller halm. I tillegg er tørka kjørbær som gjør det mulig å lagre for eksempel traktorer eller redskap utenom tørke- og lagersesong. Påfylling av anlegget blir gjort ved å tippe korn på gulvet inne i tørken. Etter hvert som tørken fylles opp, bruker en traktor med skuffe for å planere høyden som sikrer jevn topp på kornmassen. Tørkehøyden varierer fra 1 til 3 meter ut ifra vannprosent og kapasitet på tørken. Utlasting kan bli gjort med traktor med skuffe som frakter kornet ut og opp i en kornhenger eller lastebil (landbruksinfo, 2020).

Bygget rundt en plantørke er ofte utformet med to lengre- og to korte vegger med port i en av veggene. Gulvet er konstruert med betong i bunn, deretter bjelker som fungerer som luftkanaler og perforerte gulvplater som slipper gjennom luft over bjelkene. Anlegget er en kaldluftstørke, med mulighet for å montere tilskuddsvarme for eksempel fra et flisfyringsanlegg. Tørken kan bygges med omrøringskrue som sikrer rulling av kornet. Skruen kan enten være motorisert eller i mindre håndholdte på drill (Dag Jørgensen, personlig kommunikasjon, september 2022). Se figur 3, for hvordan en plantørke kan se ut.



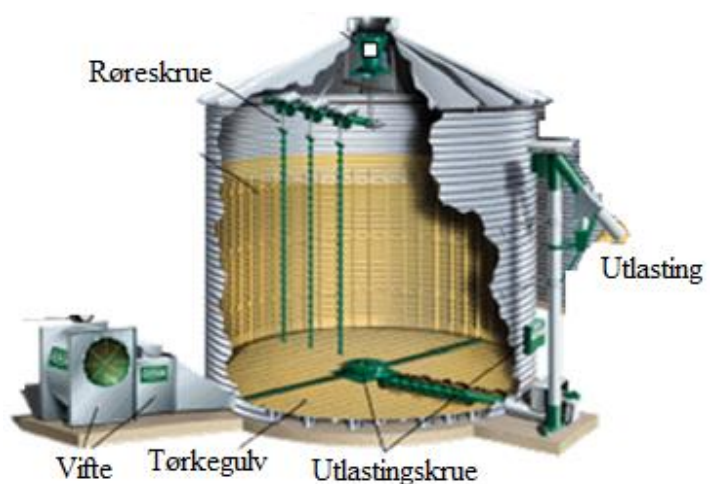
Figur 3: To stk.-plantørker med motorisert omrøring for korn. (Kornspesialisten As, 2022)

1.4.3 Rundsilos

Rundsilos med tørke- og luftemulighet er har samme prinsippet som en plantørke/bingetørke, hvor det er perforerte plater som slipper gjennom luft i gulvet. På toppen av siloen er det utluftingsventiler som sørger for at rå luft kommer ut. Rundsilos kan ha omrøresystem som blander og ruller på kornet. Omrøresystemet sikrer for topp på kornmassen.

Størrelsen på siloen varier, både i diameter og høyde. Rundsilos leverandøren Sukup, kan levere siloer med lagerkapasitet fra 51 til 34.720 tonn. Størrelsen varier i diameter fra 4,6 til 47,5m og en høyde fra 4,5 til 26,8m (Sukup , 2022). Se figur 4, for plassering av komponenter på rundsilos.

Anlegget må ha tippesjakt med elevator som frakter kornet til toppen av rundsilos. Siloen kan kobles sammen med en varmluftstørke. Tømming av anlegget blir gjort ved to innvendige utlastingsrør. Skruer 1 beveger i radius av rundsilos, og skrur kornet mot senter av silo. Skruer 2 er en fastmontert skruer som ligger under tørkegulv. Skruen tar imot kornet i senter og frakter det videre mot et utlastingsrør hvor lastebil/traktor med henger står.



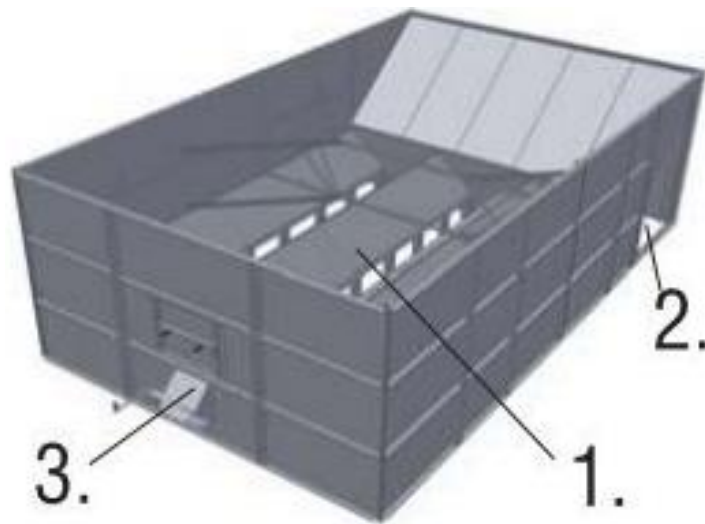
Figur 4: Viser hvordan en rundsilos er bygget opp. Siloen gir mulighet for kun type sort samtidig. (Sukup , 2022)

1.4.4 Bingetørke

Bingetørking er tiltenkt tørking med kaldluft, men mulighet for tilskuddsvarme er mulig. Utformingen av bingen varierer fra merke til merke om hvor mye korn som kan tørkes samtidig og hvilket luftesystem som er på bingen. Jeg erfarer at de vanligste er planbingetørke, luftesilo, spissbunnsilo og AB-systemet. Se kapittel 2.2, om AB-systemet.

Som nevnt tidligere ble de første planbingetørkene tømt med hjelp av tyngdekraften, men det kreves mye håndmåking å tømme bingen tom for korn. Når bingetørkene tømmes virvler det opp mye kornstøv som kan være irriterende/skadelig for luftveiene og kan være en fysisk belastning for kroppen.

Luftesilo er en selvtømmende (med hjelp av vifte som blåser) silo som kan brukes for å avkjøle korn etter tørking, mellomlagring før tørking eller som sluttlagring. I bunn av luftesiloen er det en egen lufteunderdel. I underdelen er det en hovedluftkanal, tre mindre luftkanaler og en vifte. Systemet har transportplater (kornet blir styrt ut av luftstrøm i perforerte plater) i underdelen som gjør at siloen er effektiv på tømning. Siloen blir bygget opp lagvis med seksjoner. Antall seksjoner avhenger av på høyden siloen (Tornum, 2009). Se figur 5, hvordan underdelen til luftesilo er bygget opp. Se figur 7, for å se hvordan en luftesilo ser ut.



Figur 5: Viser hvordan underdelen til en Tornum luftesilo er bygget opp, 1 er luftkanaler, 2 plassering til vifte og 3 utak korn. (Tornum, 2009)

Spissbunnsilo er tiltenkt som lagersilo. I tillegg har siloen mulighet for å tilføre mindre mengder luft. Dette gjør at siloen egner seg som mellomlagring før tørking og som sluttlager (Tornum, 2009). Med sin koniske bunn er siloen selvtømmende uten hjelp av vifte. Se figur 6, for hvordan en spissbunnsilo kan se ut i to ulike størrelser.



Figur 6: Viser hvordan en spissbunnsilo fra Tornum er bygget opp. (Tornum, 2009)



Figur 7: Viser hvordan en Tornum luftesilo ser ut. (Tornum, 2009)

1.5 Problemstilling

Problemstillingen for denne bacheloroppgaven er: Hvordan øke lager- og tørkekapasiteten for korn på Nøttestad Nordre? Dette er en planleggingsoppgave hvor jeg ønsket å planlegge et nytt korntørkeanlegg som kombineres med eksisterende anlegget på gården.

2. Materiale og metode

I denne oppgaven skal jeg altså finne en løsning på en ny korntørke på Nøttestad Nordre. Målet var at det nye anlegget kunne kobles sammen med det eksisterende tørkeanlegget på best mulig måte både estetisk og funksjonelt.

Siden oppgaven er en planleggingsoppgave, vil jeg vurdere tre ulike alternativer opp mot hverandre først. Dette for å vise at det finnes ulike løsninger til problemstillingen. De tre ulike alternativene vil deretter bli vurdert etter en evalueringstabell med selvvalgte kriterier. Dette for å finne den beste løsningen sett ut fra et helhetsperspektiv under gitte rammer. I oppgaven blir det brukt studentversjonen av AutoCAD (Autodesk, 2022) for å tegne tre mulige alternative planløsninger, hvor den endelige løsningen blir med snitt- og fasadetegninger. For videre planlegging, brukte jeg dimensjoner som er henvist på gamle snitt- og plantegninger over eksisterende driftsbygning som jeg la inn i tegneprogrammet. Jeg vil så lage et anslag på kostnader for løsningen med tørke- og siloanlegg

Jeg tok kontakt med Mikkel S. Snarud (personlig kommunikasjon, 2. mars 2022) som var tidligere I-mek selger av tørkeutstyr fra Tornum i Felleskjøpet. Vi diskuterte og så på hvilke løsninger som var aktuelle. Han henviste til en produktkatalog fra Tornum (Tornum, 2009) for å se på ulike alternativer. Selve katalogen er i fra 2009, men Mikkel sa at katalogen er like aktuell i dag siden tørkekomponentene har nokså lik størrelse og kapasitet. Forutsetning til det nye anlegget var at det skulle være effektivt med stor lagerkapasitet og tilhørende tørke. Til slutt kom jeg fram til tre ulike alternativer som er interessante å planlegge.

I tillegg tok jeg kontakt med Erik Hoel, salgskonsulent for korn og Hans Henrik Gjeterud, produktutvikler for bygg, hvor begge har jobber i Felleskjøpet. De hjalp meg med å finne beregning av viftekapasitet og varmebehov, og et ca. kostnadsoverslag over bygg og den tekniske delen (personlig kommunikasjon, 20. mai 2022).

I oppgaven ser jeg på en mulig løsning på hvordan en ny korntørke kan bygges på Nøttestad Nordre. Jeg velger derfor ikke å ta høyde for å bruke anbefalte/riktige dimensjoner i konstruksjonsdelen av selve bygget.

2.1 Gården i dag

Nøttestad Nordre ligger i Stange kommune, Innlandet. Nærmere bestemt i Ottestad/Stange Vestbygd. Eier og driver av gården er Even Karsten Veflingstad. Han tok over gården etter våre foreldre i 2022. Gården har gårdsnummer 43 og bruksnummer 1.

Gården har ca. 421 dekar med dyrkbar jord og ca. 1550 dekar med skog. Av de 1550 dekalene med skog, er ca. 1200 dekar ett sameie med nabogården Nøttestad Søndre. De resterende 350 dekalene ligger i Brynsåsen i Stange kommune (Gårdskart, 2022). Se figur 8, for oversiktskart over eiendom. I tillegg forpakter eieren en annen gård på 525 dekar jord hvor det blir dyrket hvete og bygg. Forpaktergården har en lagerplass for korn, men rommer ikke mer enn hva forpaktergården produserer.

På gården blir det i dag produsert hvete og bygg, og i tillegg blir det dyrket 30 dekar med delikatesseløk. Av hvetesorter blir det produsert både vår – og høsthvete, hvor arealfordeling er 50/50. Arealfordeling mellom hvete og bygg blir derfor 60/40. I framtiden vil også andre sorter som åkerbønner og høstraps være alternativer til vekstskifte. Avlingsmengden på gården ligger i dag rundt 700 kg pr. dekar med bygg og 600 kg pr. dekar med vårhvete. Dette gir i en normalsesong en avlingsmengde på 300 tonn på gården.

Tunet på gården ligger på 160 meter over havet, hvor den dyrkbare jorda heller ned mot Mjøsa. Jorda består i all hovedsak av tykk morene med enkelte plasser med myr (Norges geologiske undersøkelse, 2022). Med disse forutsetningene egner gården seg svært godt for kornproduksjon i dag og sannsynligvis også i framtiden.

Bygningsmassen på tunet består av hovedhus, kårbolig, drengestue, låve, verksted/vognskjul og ett grisehus. Låve og maskinhall ble bygget opp i 1957 etter en låvebrann i 1956. Dagens låve ble bygget opp for melkekuproduksjon etter datidens lover og regler, men utover 1950-tallet kom kanaliseringspolitikken, som sa at andelen korn skulle økes i Norge og de arealene hvor det kunne dyrkes korn, skulle det dyrkes korn på. Dette gjorde at grovfôrspisende dyr skulle opp i distriktene hvor grasproduksjon var eneste alternativet (Hoel, Hjerpbakk, Hauge, & Mathisen, 2016). Kanaliseringspolitikken gjorde at melkekuproduksjonen på Nøttestad Nordre ikke ble opparbeidet etter låvebrannen i 1956. Utover 60- og 70-tallet ble beitearealene dyrket opp, drenert og omgjort til dyrkbar jord.

I 2010 ble det startet opp med slaktegrisproduksjon på halmtalle i låven. Etter tre år med et tallefjøs i låven, ble det i 2013 bygget ett nytt slaktegrisehus med full konsesjon på 2100 slaktegriser pr. år (Lovdata.no, 2004).

Driftsbygningen (låven) på gården er bygget opp i tre etasjer med kjeller, første- og andre etasje. Siden bygget er planlagt etter datidens høyde/bredde på traktor og redskap er kjeller og første etasje uegnet til dagens bruk siden traktor/redskap har blitt større. Andre etasjen har derimot god takhøyde, som gjør det mer brukbart til dagens bruk. Korntørken er i andre etasje i driftsbygningen. Plassmangel inne i låven gjør at korntørken ikke kan bygges ut. Byggestilen på driftsbygningene er mur/betong fra kjeller til første etasje, og med over- og underliggende trepanel i andre etasje. Fargen på driftsbygningen er rød.

Gården har egen tresker med 18 fot skjærebord. Dette er en tresker med god kapasitet, og hvis alle forholdne ligger til rette kan en treske 150 til 200 daa i løpet av en arbeidsdag. Men dette kommer an på kapasitet på tørke- og lageranlegg og tilkjøring fra jordet til tørke (egne erfaringer, september 2021).

Til oppvarming av hus og driftsbygninger blir det i dag brukt strøm og diesel. I framtiden er et flisfyringsanlegg et alternativ som er aktuelt å investere i. Jeg tok derfor utgangspunkt i en fyrkjele på 280kW som varmekilde.



Figur 8: Oversiktskart over gårdsarea. Rød strek markerer eiendomsgrense, tunet er markert med rød prikk på figur (kart hentet fra Gårdskart, 2022).

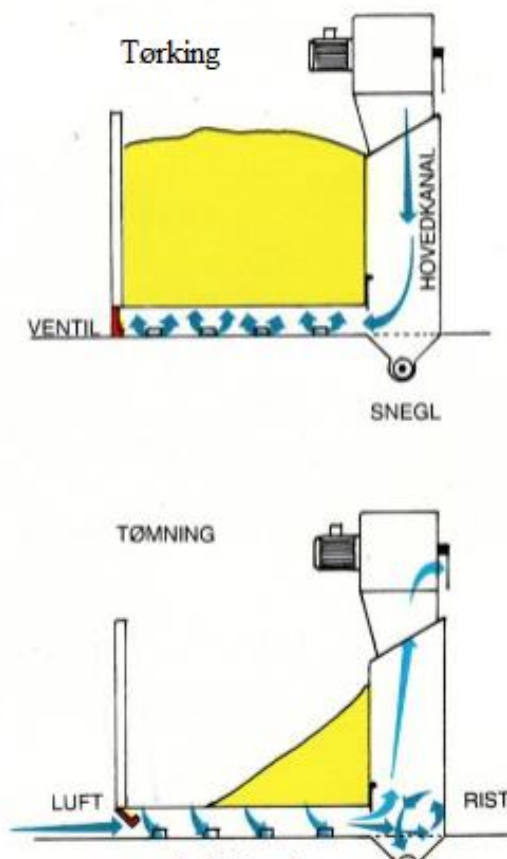
2.2 Beskrivelse av dagens korntørke på gården

Gården i dag har en korntørke som totalt har plass til ca. 150 tonn korn med et vanninnhold rundt 15%. Dette tilsvarer en lagerkapasitet til halv avling av hva gården ca. produserer. Dagens korntørke er en AB-kaldluftstørke med 10 binger i to forskjellige størrelser (ca. 15 og 16 tonn i hver, med hektolitervekt korn på 79). Anlegget er ikke et lukket system, noe som gjør at det blir mye kornstøv.

Prinsippet til en AB-korntørke er at det blir brukt samme vifte til tørking og tømning av korn i anlegget, altså trykk- og sugesjikt på luftstrøm. Det er et spjeld ved vifta som avgjør om tørka er innstilt på suge- eller trykk luft. Se figur 9, om hvordan luftstrømprinsippet er når vifta er innstilt på tørking og tømning.

Korntørken er bygget opp med 5 silobinger på hver side av en hovedluftkanal. Over hovedluftkanal sitter en sentrifugalvifte som skaper suge- og trykkluft til kornbingene. Innvendig i hovedluftkanalen er det flere flyttbare luker til luftkanaler. Disse lukene kan åpnes og lukkes for tørking eller tømning av anlegget. Antall luftkanaler avhenger av lagerkapasiteten på kornbingen, som vil si at desto større kornbinge, desto flere luftkanaler. I enden av luftkanalene er det en hengslet ventilluke som sørger for suge- og trykkluft til bingen. Ventillukene kan kun bevege på seg inn i luftkanalen.

Det er en tilhørende tippesjakt på 8 kubikk til anlegget. Fra tippesjakt blir kornet fraktet videre opp av en kjedelevator med kapasitet på 20 tonn i timen. Deretter går kornet ned i en aspiratør som renser kornet for bønn og kornstøv. Fra aspiratøren fraktes kornet opp til en topptransportør som igjen frakter det videre til valgt bing. Anlegget er manuelt og trenger mye oppfølging.



Figur 9: Viser en prinsippskisse av tørking og tømning til en AB-korntørke. (Myki, Einar, med flere, personlig kommunikasjon, 2021)

Ved tørking av korn innstilles spjeldet ved viften på trykkluft mot kornbinge. Lufta blåser gjennom de åpne lukene i hovedluftkanalen. Ventillukene sørger for at luftstrømmen vil blåse gjennom bingen.

Ved tømning/rullering av korn, innstilles spjeldet på viften for tømning og viften må startes. Dette gjør at ventillukene blir sugd innover slik at det blir tilført luft til systemet. Den tilførte lufta skaper en sugeeffekt som gjør at kornet blir sugd ut av kornbingen, inn i hovedkanalen og ut av et utlastingsrør på utsiden av låven. Når kornbingen er tom, må en ned å sope bingen rent for korn. Dette gjør at anlegget ikke er helt selvtømmende. Se figur 10 og 11, for hvordan tørka er konstruert.



Figur 10: Viser innvendig i hovedluftkanalen med flyttbare luker til luftkanaler. Foto: Lars Jakob Veflingstad, 2022.



Figur 11: Viser eksisterende korn tørke, med luftkanal i bunn og tilførselsrør over kornbinge. Foto: Lars Jakob Veflingstad, 2022.

2.3 Overordna kriterier til alternativer

Til de ulike alternativene lagde jeg sju kriterier som jeg syns var viktig å vektlegge, hvor tre av sju blir vektlagt dobbelt. Dobbelvektning er for å fremheve viktige hensyn ved planlegging av ny korn tørke. Jeg la kriteriene inn i en evalueringstabell med en poengscore fra 1 til 6, hvor 6 er best. Se tabell 1 for hvilken sum alternativene fikk. Forklaring på kriteriene og hva de innebærer:

Kriteriet 1 - Inn- og utlasting (vektes dobbelt). Kriteriet innebærer hvor lett og effektivt anlegget er på inn- og utlasting av korn. Ved innlasting av korn ser jeg på om alternativene kan ha gjennomkjøring for å slippe å rygge til tippesjakt. Innlasting blir gjort mer effektivt med gjennomkjøring over tippesjakt. Ved gjennomkjøring minsker en også risikoen for farlige situasjoner, på grunn av at en ikke trenger å rygge. Størrelsen på tippesjakt bør dimensjoneres slik at den er fremtidsrettet og i forhold til kornhengere, tresker og areal.

Om utlastingen av korn blir gjort innen- eller utendørs blir avgjørende om en kan tømme anlegget i regnvær.

Kriteriet 2 - Håndtering av korn: Kriteriet innebærer hvordan anlegget håndterer rått korn både på lager og i tørke. Feil dimensjonering eller feil fallvinkel på rør kommer under dette kriteriet. Når en skal dimensjonere kapasitet (tonn/ pr. time) på et nytt anlegg, må en se på hva som er ønskelig og nødvendig. For eksempel om det holder med kapasitet på 40 tonn pr. time eller om må doble til 80 tonn pr. time. Dette er noe en må finne ut av før en begynner å planlegge nytt tørkeanlegg.

Blir betjening av anlegget gjort via en pc-skjerm er noe som jeg ser på.

Kriteriet 3 - Tørkekapasitet (vektes dobbelt). Kriteriet innebærer hvor stor kapasitet anlegget har til å tørke ned korn uavhengig av værforhold. I tillegg innebærer kriteriet hvor stort volum tørka klarer å tørke ned. Om det er varm- eller kaldluftstørke har innvirkning på tørkekapasitet, og vil derfor vektles dobbelt.

Kriteriet 4 – Lagerkapasitet (vektes dobbelt). Hvor stor lagerkapasitet anlegget har, har mye å si på alternativet. Desto større kapasitet anlegget har, desto mer interessant er alternativet.

Kriteriet 5 – Estetikk. Kriteriet innebærer hvordan bygningen ser ut, i både konstruksjon og hvordan bygningen er plassert i forhold til andre bygninger på gården. Estetikk for meg er noe som gjør at tunet får en helhet med andre bygninger på gården, både i byggemåte og fargevalg.

Kriteriet 6 - HMS (helse, miljø og sikkerhet). I planlegging av en ny korntørke, må en passe på HMS både i planleggingsfasen og i brukstidperioden. Under planleggingsfasen må en for eksempel legge til rette for stiger og trapper for sikker betjening av anlegget. Kriteriet innebærer også om anlegget har et lukket system som minsker faren for å puste inn store mengder kornstøv. På lang sikt kan det skape helseproblemer hos bonden.

Kriteriet 7 – Økonomi. Bonden er selvstendig næringsdrivende, og det er viktig å tenke på lønnsomhet. Ved vurdering av ny korntørke er det viktig å se på investeringskostnad i forhold til langsiktig utbytte for den enkelte bedrift. Derfor er det viktig å se hva som er lønnsomheten i forhold til byggekostnader, men også i forhold til løpende driftsutgifter for de enkelte alternativene. I denne bacheloroppgaven vil jeg kun forhold meg til selve kostnaden til de enkelte alternativene.

3. Alternative løsninger

For å kartlegge hvilken type tørkeanlegg som er gunstigst, vurderte jeg etter om gården trenger en varm- eller kaldluftstørke. Etter samtale med Mikkel S. Snarud om tørker, falt valget mitt på en varmluftstørke av typen satstørke. Dette er fordi jeg liker hvordan tørkeprinsippet er, men også at tørka passer inn til driften på gården i dag. I valget mellom varmluft- eller kaldluftstørke brukte jeg også av egne erfaringer fra dagens korntørke. Kaldluft krever dager med gode værforhold for å oppnå god tørking. Disse dagene kan ofte være vanskelig å få når høstsesongen begynner å nærme seg oktober (basert på egen erfaring fra 2021). I valget av lagersilo, stod det mellom spissbunnsilo eller luftesilo. Jeg valgte luftesilo fordi en kan tilføre større mengder luft for å holde kornet mer lagerstabil før tørking.

For å velge rett løsning for korntørke på Nøttestad Nordre, utarbeider jeg en tabell hvor de sju evalueringskriterier er med. Tre av de sju kriterier valgte jeg å vekte dobbelt, dette fordi disse er særlig viktige hensyn som må prioriteres. I evalueringstabellen har kriteriene fått en poengscore fra 1 til 6, der 6 er best. Dette er for å finne en vinner av alternativene.

Jeg lagde tre ulike alternativer som mulige løsninger til ny korntørke på Nøttestad Nordre. Etter samtale med Mikkel S. Snarud, valgte jeg luftesilo, satstørke og rundsilo som hva de ulike alternativer kunne inneholde. Per dags dato har ikke eksisterende driftsbygning mer mulighet for innvendig utbygging av mer lagerkapasitet eller tørke. Valget ble derfor å bygge på eksisterende driftsbygning.

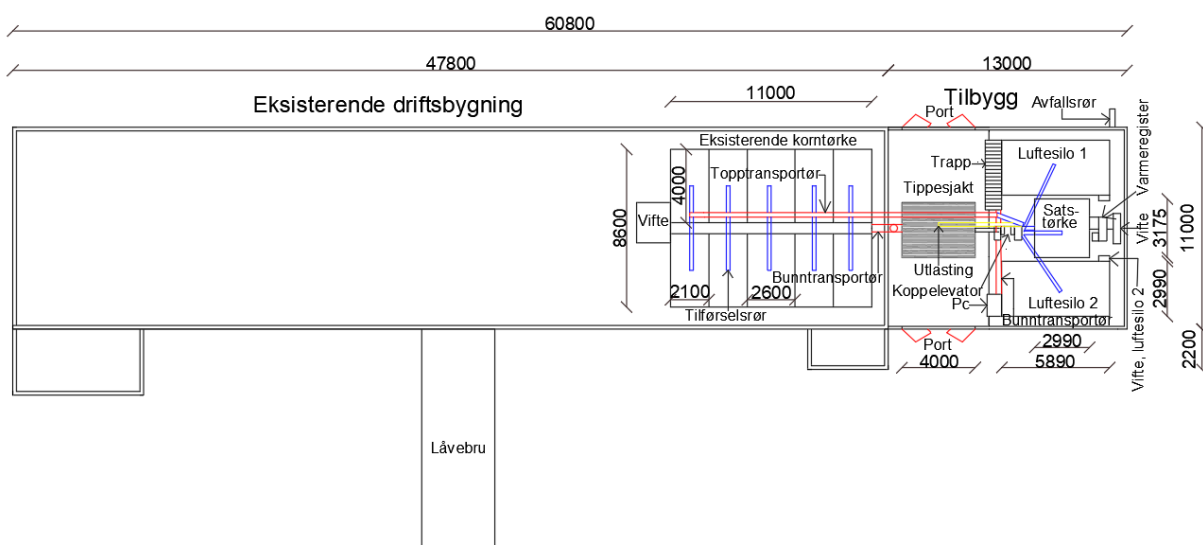
Alternativ 1 og 2 er et nytt komplett tørkehuspåbygg hvor det eksisterende anlegget blir brukt til lagerplass med mulighet for avkjøling. Disse to alternativene inneholder lagerkapasitet og varmluftstørke. Alternativ 3 er rundsilo med tilskuddsvarme, hvor det eksisterende anlegget blir værende som det er i dag. Alternativene planlegges etter et flisfyringsanlegg på 280kW.

3.1 Alternativ 1

Det første alternativet er et nytt komplett tørkehustilbygg, hvor tilbygget blir en forlengelse av østveggen på driftsbygningen. Alternativet er med en ny tippesjakt på 21m³, to luftesiloer på 151,7 m³ hver og en satstørke på 20 m³ pr. sats. Systemet vil bli helt støvfritt, med et lukket system mellom alle tørkekomponentene. Det eksisterende anlegget vil også bli støvfritt med tette lokk, men med luke for å slippe ut luft ved avkjøling.

Det nye anlegget vil ha lagerkapasitet til ca. 240 tonn korn, som gjør at gården vil ha en total lagerkapasitet til 390 tonn. Elevator og annet tørkeutstyr vil ha en kapasitet på 60 tonn pr. time. Anlegget vil være et helautomatisert anlegg slik at en kun trenger å legge inn på pc-skjerm hvor kornet skal fraktes til.

Bygget er et uisolert bygg med en bredde og lengde på 11m x 13m. Dette gir en grunnflate på 143m². Beregnet kostnad til ca. 2,9 millioner kr. (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai 2022). Alternativet vil derfor ha en kostnad på 12.375kr.pr tonn. Bygget har bindingsverk i tre med utvendig over- og underliggende kledning. Høyden på bygget er lik eksisterende driftsbygning, med et tørkehustårn for å sikre god fallvinkel på rør. Bygget er fordelt over tre plan, hvor plan 1 er tippesjakt, plan 2 er luftesilo/satstørke og plan 3 er koppelevator. Det er en port på hver side av tippesjakt som gjør at alternative har mulighet for gjennomkjøring. Utlasting blir gjort med et utlastingsrør plassert innsiden av bygget. Løsningen har også mulighet for senere å montere inn en utlastningssilo for hurtigere tømning, om det er ønskelig. Se figur 12, for planløsning for alternativ 1.



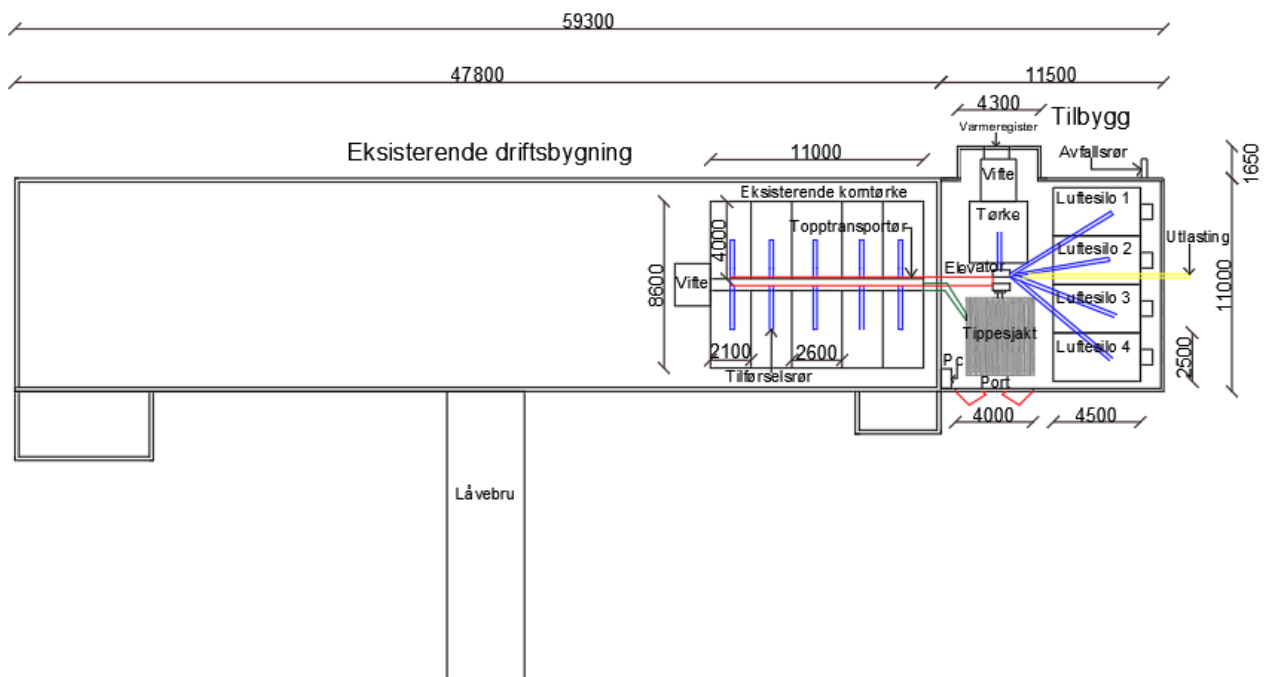
Figur 12: Viser planløsning over alternativ 1. Røde streker innvendig markerer hvor bunn- og topptranspor er plassert, blå markerer tilførselsrør til silo og tørke. Gul markerer utlasting. Røde streker utvendig markerer port. Tegnet av Lars Jakob Veflingstad i AutoCAD.

3.2 Alternativ 2

Det neste alternativet er et tilbygg som ligner på alternativ 1, men størrelsen på anlegget er mindre. Plasseringen blir lik det første alternativet. Anlegget er beregnet med en kapasitet på 40 tonn per time, og inneholder fire luftesiloer med lagerkapasitet til 200 tonn korn. Det er i tillegg en satstørke på 10 m³ pr. sats. Med dette alternativet vil gården ha plass til totalt 350 tonn korn. Beregnet kostnad til bygget er ca. 2,5 millioner kr (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai 2022), som gjør at alternativet vil ha en pris på 12.500kr pr. tonn.

Anlegget er planlagt med en tippsjakt med et volum på 18m³. Det nye anlegget vil bli koblet sammen med det eksisterende anlegget på samme måte som alternativ 1. Tørke- og lageranlegget blir helt støvfritt med et lukket system. Anlegget vil bli helautomatisert hvor alt blir styrt via en pc-skjerm.

Selve bygget er 11m x 11,5m som gir en grunnflate på 126,5m². Siden bygget er mindre, ville det ikke være plass til vifte og varmeregister på innsiden av bygget, derfor ble løsningen å bygge på tre vegger og et tak på utsiden. Bygget er planlagt i trekonstruksjon med røde stålplater på vegg. Se figur 13, for planløsning for alternativ 2.



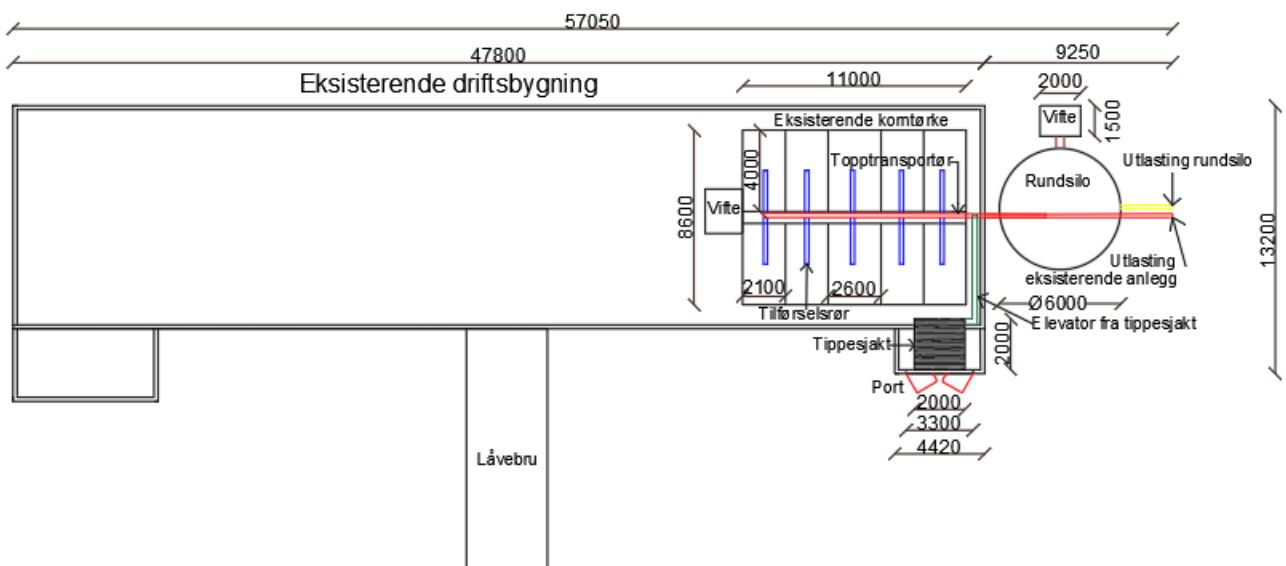
Figur 13: Viser planløsning over alternativ 2. Røde streker innvendig markerer hvor bunn- og topptransportør er plassert, blå markerer tilførselsrør til silo og tørke. Gul markerer utlaster. Grønne er nedslipp fra bunntransportør til tippsjakt. Røde streker utvendig markerer port. Tegnet av Lars Jakob Veflingstad i AutoCAD

3.3 Alternativ 3

For alternativ 3 vil løsningen bli å sette opp en rundsilo med samme plassering som alternativ 1 og 2. Dette alternativet vil bli uten en satstørke, der det heller blir montert opp vifte med varmeregister til rundsilo. Siloen blir montert sammen med det eksisterende anlegget på gården. Siden rundsilo kan stå utendørs, vil det derfor ikke bli bygget med tak eller vegger rundt. Fargen på rundsiloen vil være rød.

Alternativet blir å beholde det eksisterende anlegget slik det er i dag, men å montere opp en ny topptransportør til rundsilo. Påfylling av rundsilo blir gjort via eksisterende tippesjakt, hvor kornet blir fraktet opp via elevator, topptransportør og ned i rundsilo. Toppptransportøren blir også brukt til utlasting av det eksisterende anlegget.

Den nye topptransportøren har to funksjoner. Den ene er å fylle rundsiloen, mens den andre blir brukt for å tømme det eksisterende anlegget for korn. Utlastingen fra eksisterende anlegg blir værende uberørt. Rundsiloen har eget utlastingssystem. Siloen har en diameter på 6,24 meter og en høyde på 6,7 meter. Alternativet vil ha lagerkapasitet til ca. 170 tonn korn, som gjør gården har lagerkapasitet til ca. 320 tonn. Beregnet anslag på ca. 1,1millionerkr (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai 2022). Alternativet vil derfor ha en kostnad på 6470 kr pr. tonn. Se figur 14, for planløsning.



Figur 14: Viser planløsning over alternativ 3. Rød markerer topptransportør, blå markerer tilførselsrør til kornbinge, grønn markerer elevator fra tippesjakt til topptransportør og gul markerer utlasting rundsilo. Tegnet av Lars Jakob Veflingstad i AutoCAD.

4. Evaluering av løsninger

Alternativ 1: Tilbygg til eksisterende driftsbygning med to store luftesiloer, en satstørke med tilhørende vifte med varmeregister hvor alt av elementer er elektrisk styrt i fra en PC. Bygget er i trekonstruksjon med utvendig over- og underliggende kledning. Det nye anlegget vil ha lagerkapasitet til 240 tonn korn.

Alternativ 2: Tilbygg til eksisterende driftsbygning med fire mindre luftesiloer, en satstørke med tilhørende vifte og varmeregister. Anlegget vil bli pc-styrt. Bygget i trekonstruksjon med stålplater på yttervegg. Det nye anlegget vil ha lagerkapasitet til 200 tonn korn.

Alternativ 3: Ny utvendig rundsilo med tilskuddsvarme. Siloen vil ha lagerkapasitet til 170 tonn korn. Det eksisterende anlegget blir beholdt i den stand det er i dag.

Tabell 1: Evaluering over tre ulike alternativer for videre utvikling av korntørkeprosjekt.

Evalueringstabell	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Inn- og utlasting (vektet dobbelt)	6 (x2)	5 (x2)	3 (x2)
Håndtering av korn	5	4	3
Tørkekapasitet (vektet dobbelt)	5 (x2)	4 (x2)	3 (x2)
Lagerkapasitet (vektet dobbelt)	6 (x2)	5 (x2)	4 (x2)
Estetikk	5	4	3
HMS (helse, miljø og sikkerhet)	6	5	3
Økonomi	4	5	6
Sum poengscore	54	46	35

Det ble alternativ 1 som fikk høyest poengscore, og vil derfor bli med videre som en mulig løsning for ny korntørke på Nøttestad Nordre.

4.1 Forklaring på gitt poengscore

Inn- og utlastning: Dette kriteriet har jeg vektlagt dobbelt, av den grunn at jeg synes punktet er viktig når en skal planlegge ny korntørke. Alternativ 1 har porter på begge sider av bygget, som gjør at det blir gjennomkjøring over tippesjakt. Utlastingsrør er plassert på innsiden av bygget, som gjør at en er mer fleksibel om regnvær. Derfor fikk alternativ 1 full poengscore. For alternativ 2 og 3 må en stå ute ved tømning. I tillegg må en rygge til tippesjakt som minsker effektiviteten. Alternativ 2 har en løsning med bred port som gjør at tippesjakt blir lettere å treffe, mens alternativ 3 bruker eksisterende port som begynner å bli uegnet til dagens hengere. Alternativ 2 og 3 har fått lavere poengscore på grunn av ulempene de har.

Håndtering av korn: I dette kriteriet har jeg også vektlagt dobbelt. Håndteringen av kornet i alternativ 1 og 2 er nokså like, men alternative 2 har mindre kapasitet (tonn pr. time). Poengscore er derfor gitt deretter. Siden alternativ 3 bruker eksisterende anlegg, gir jeg derfor poengscore 3, på grunn av lavere kapasitet.

Det er først etter at anlegget er tatt i bruk, at en ser om det er noe forbedringspotensialet ved alternativene. Jeg gir derfor ingen av alternativene toppscore av den grunn.

Tørkekapasitet: Kriteriet blir vektlagt dobbelt. I alternativ 1 er det en satstørke med et volum på 20m^3 , som gjør at dette alternativet har den største satstørken. Alternativ 1 fikk 5 poeng, alternativ 2 fikk 4 og det siste alternativet fikk 3. Poengscore er derfor gitt ut ifra volum på tørke og tørkekapasitet på nytt og gammelt anlegg.

Lagerkapasitet: Kriteriet blir vektlagt dobbelt. Poengscore for lagerkapasitet er gitt etter lagerstørrelsen, som gjorde at de fikk stigende poengscore. Det som er ulempen i alternativ 3, er at siloen kun kan ta en sort samtidig.

Estetikk: Jeg gav alternativ 1 en poengscore på 5, fordi alternativet inneholder viktige hensyn som jeg vektlegger. Eksempler på dette er likheter mellom tilbygg og eksisterende driftsbygning og andre bygninger på tunet (se estetiske preg i vedlegg 2 og 3 for fasadetegninger). Alternativ 2 får poengscore 4, på grunn av ulike byggematerialer i tilbygg og eksisterende driftsbygning.

Det siste alternativet får poengscore 3 på grunn av at en rundsilo vil estetisk ikke passe inn med de andre driftsbygningene på tunet. Alternativet får plusspoeng på grunn av fargen på rundsiloen. Siden fargen er rød, vil det bli mer likhet mellom driftsbygning og rundsilo.

HMS (helse, miljø og sikkerhet): Siden alternativ 1 og 2 er med lukket system, blir støvproblematikken minimal (det blir kun støv når det blir tippet korn ned i tippesjakt). Her blir derfor forskjellen at det er gjennomkjøring på alternativ 1, som gjør at det ikke skaper faresituasjoner. I alternativ 1 er det planlagt en trapp som går til toppen av luftesilo. Alternativ 2 er det ikke planlagt med trapp på grunn av plassmangel. Dette gjør at en må bruke stige hvis en skal på toppen av silo. For alternativ 3 gjelder dette med faresituasjoner ved rygging til tippesjakt også. Siden dette alternativet beholder eksisterende anlegg slik det er i dag, blir støvproblematikk et problem.

Økonomi: Sum tabellen viser fikk alternativ 3 den høyeste poengscoren. Dette er fordi det var det rimeligste alternativet både som total kostnad, men også pris pr. tonn. Alternativ 1 fikk den laveste poengscoren ettersom det ble dyrest i kostnad. Men hvis en sammenligner alternativ 1 og 2 med hverandre, kommer alternativ 1 best ut i pris pr. tonn.

5. Detaljert planlegging av valgt alternativ

Resultatet i fra tabell 1 viser at alternativ 1 fikk høyest poengscore, og blir derfor med videre i planleggingen. Jeg syns at dette alternativet fikk løst de valgte kriterier på best mulig måte. Videre i oppgaven kommer jeg til å vise til romprogram og forklare den tekniske løsningen i bygget. I tillegg kommer jeg til å forklare om beregning av lagerkapasitet, bygningskonstruksjon, estetikk og situasjonsplan. Jeg skal også finne viftekapasitet og varmebehov til satstørke. Til slutt setter jeg sammen et anslag over kostnader til bygget.

5.1 Romprogram for bygg og teknisk løsning

Tabell 2: Viser romprogram for bygget og teknisk løsning.

Beskrivelse, Bygg	Dimensjon (L-B-H)	Plassbehov (m ²)	Antall (stk.)	Merknad
Selve tilbygget.	13m x 11m x 14,7m	143m ²	1	
Tørkehustårn.	5,8m x 5,9m x 4,1m	34,2m ²	1	
Plan 1, tippesjakt .	10,6m x 5,5m	58,3m ²	1	Inside mål
Plan 2, Silo og tørke.	10,6m x 7,3m	77,38m ²	1	Inside mål
Plan 3, koppelevator.	1,5m x 1,3m	1,95m ²	1	Inside mål
Port.	4m x 5m		2	
Vindu, store.	1200mm x 4800mm		1	
Vindu, små.	90mm x 90mm		10	
Trapp.	3,8m x 0,9 m x 7,1m	3,42m ²	1	
Teknisk del				
Tippesjakt.	4000mm x 3000mm x 2890mm	12m ²	1	Volum 21m ³
Bunntransportør fra tippesjakt til koppelevator.	5m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Koppelevator.	1,5m x 1,3m x 18m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Aspiratør.	1m x 1m 2,15m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
6-veisfordeler.	1m x 1m x 0,7m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Syklon.	0,9m x 0,9m x 1,2m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Satstørke 20m ³ .	3175mm x 2990mm x 6545mm		1	
Luftesilo, ink. Aksialvifte - 7,5kW.	5890mm x 2990 mm x 9595mm		2	151,7m ³ x 2stk
Topprtransportør, til eksisterende anlegg.	18m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Bunntransportør, fra eksisterende anlegg.	12,5m		1	Kapasitet 60tonn pr. time
Bunntransportør fra luftesilo til koppelevator.	3m		2	Kapasitet 60tonn pr. time
Vifte til satstørk	820mm x 1068mm x 1300mm		1	7,5kW
Varmeregister	1500mm 1800mm x 800mm		1	261,87kW

5.2 Teknisk løsning

Løsningen er et avansert system med forskjellige tørkekomponenter. De ulike tørkekomponentene valgte jeg å forholde meg til Tornums sortiment (Tornum, 2009), fordi jeg likte blant annet om hvordan prinsippet Tornums luftesilo og satstørke var bygget opp.

Tilbygget er 11m x 13m (se vedlegg 1) som gir en grunnflate på 143m². Tilbygget er fordelt over tre plan. Plan 1 er tippesjakt, plan 2 er luftesilo/satstørke og plan 3 er koppelevator (se vedlegg 4). Plassering av vifte og varmeregister er plassert på innsiden av gavlvegg, hvor viften er nærmest yttervegg. Viften blåser luft i rør til et varmeregister som varmer opp luften, og deretter inn i satstørken. Varmeregisteret er koblet sammen med det fiktive 280kW flisfyringsanlegget på gården.

Dimensjon på luftesilo er 5,89m x 2,99m x 9,595m, med et oppgitt volum på 151,7m³ (Tornum, 2009). Se kapittel 5.2.1 for beregning av lagerkapasitet for luftesilo. Erik Hoel oppga at det sitter en aksialvifte med effekt på 7,5kW til hver av siloene. Oppgitt kW er for å a nok effekt for å blåse ut kornet fra luftesilo (personlig kommunikasjon, 16. mai 2022).

Dimensjon på satstørke er 3,175m x 2,99m x 6,545m, med et oppgitt volum på 20m³ (Tornum, 2009). Satstørken er utstyrt med vektstyring som gjør korntørkingen enklere. Med vektstyring minsker en faren for overtørking av kornet. For å beregne faren for overtørking, blir oppgitt vannprosent lagt inn i pc-skjermen. Deretter legger man inn ønsket vannprosent etter tørking. Viften og varmeregisteret vil frekvensstyre seg ved å strupe inn på m³ luft pr. time (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai 2022).

Dimensjon på tippesjakt er 4m x 3m x 2,89m. Tippesjakten har et volum på 21m³. Tilbygget har en manuell fire-delt foldeport på hver av langsiden. Portene har en bredde og høyde på 4m x 5m. Porten på nordveggen har også en inngangsdør i selve porten.

Fra tippesjakt blir kornet fraktet videre til en koppelevator via en bunntransportør fra tippesjakt. Koppelevatoren har to inntak, hvor inntak 1 er for tippesjakt og luftesilo og inntak 2 er for satstørken. Kornet fraktes videre til toppen av koppelevator hvor uttaket på elevatoren er. Kornet faller deretter ned i en aspiratør. Oppgaven til aspiratøren er å rense kornet for bøss og kornstøv ved hjelp sugeluft. Bøss, kornstøv og luft blir blåst videre til en syklon som skiller bøss/kornstøv og luft fra hverandre. Luften blir blåst ut gjennom ett rør på utsiden av gavlvegg, mens bøss og kornstøv faller ned i sykklonen og ut via et avfallsrør (se vedlegg 5, for avfallsrør).

Etter rensing i aspiratør faller kornet videre til en 6-veisfordeler, som kan fordele kornet til 6 alternativer. Alternativ 1 og 2 er til luftesiloer, 3 er til satstørke, 4 er til topptransportør til eksisterende anlegg, 5 er til utlastningsrør og 6 er ikke i bruk. Det 6. alternativet kan derfor bli brukt til inntak for utlastingssilo, om ønskelig i senere tid.

Inntak av korn i eksisterende anlegg blir gjort via en topptransportør som frakter kornet til eksisterende anlegg. Fra topptransportøren faller kornet ned i en 2-veisfordeler som bestemmer om kornet skal gå til venstre eller høyre kornbinge. Tømming av eksisterende anlegg blir gjort med AB-prinsippet hvor viften suger ut kornet til en ny bunntransportør i hovedluftkanalen. Det eksisterende anlegget kan også bli brukt til tørking eller avkjøling hvis ønskelig. Bunntransportøren frakter kornet ut og ned i tippesjakt.

Uttak av korn fra luftesilo blir gjort ved å åpne spjeld og starte vifta for luftesilo. Vifta blåser kornet ut i front, og ned på en bunntransportør som frakter det videre til koppelevatoren.

Uttak av korn fra satstørke blir i bunn av tørken. Kornet renner (ved hjelp av tyngdekraften) ned i inntak 2 på koppelevator.

Uttak av selve anlegget blir gjort ved et utlastningsrør på innsiden av tilbygget (se vedlegg 4). Avstanden fra gulv (plan 1) til utlastningsrør er 5m som gjør at lastebiler har god plass til å kjøre under.

Alle rør er dimensjonert etter kapasitet på 60tonn pr. time, som tilsvarer rørdimensjon på 200mm.

Hele anlegget blir styrt via en pc-skjerm, som gjør at fordelere og spjeld blir styrt av elmotorer. En trenger derfor bare å trykke inn på pc-skjermen hvor kornet skal fraktes.

5.2.1 Beregning av lagerkapasitet på luftesilo

For å regne ut hvor stor lagerkapasitet alternativet har, må en først ta høyde for hektolitervekt (hl) på selve kornet. Siden det produseres mest hvete på gården tar jeg minimumskravet til mathvete (hl 79).

Etter valgt hl må en finne hl på lagersilo. For å finne hektoliter må en finne volum (m^3) på siloen først.

I oppgitte tall fra Tornum (produktkatalogen) står det at selve underdelen til luftesiloen har et volum på $17,3 \text{ m}^3$, og hver seksjon (høyde 505mm) har volum på $8,4 \text{ m}^3$ (Tornum, 2009). Antall seksjoner over underdel er 16. Dette gir et totalt volum på $151,7 \text{ m}^3$ per silo, som er 1517 hl ($1 \text{ m}^3 = 10 \text{ hl}$). Siden det er to siloer, blir det 3034hl.

For å finne tonn, må en gange hl korn med hl silo, deretter å dele det på 1000.

Regnestykke: $79 \text{ hl} \times 3034 \text{ hl} / 1000 = 239,6$ tonn korn.

Luftesilo 1 og 2 vil ha en lagerkapasitet til ca. 240 tonn korn med en hektolitervekt på 79.

5.2.2 Beregning av viftekapasitet og varmebehov til satstørke

For å beregne viftekapasitet til satstørke, kontaktet jeg Erik Hoel i Felleskjøpet per telefon. I samtalen, oppga han informasjon om luftmengde og hvilken type vifte jeg burde velge (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai, 2022). Satstørken har et volum på 20 m^3 , og med en hektolitervekt for mathvete (hl79) vil tørken romme 15,8 tonn korn. Han anbefalte en radialvifte siden de var beregnet for satstørke.

Erik Hoel oppga at en regner med en normal luftmengde fra $500 - 600 \text{ m}^3$ pr. time pr. luftekanal i en satstørke (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai, 2022). Valgt satstørke har 6 kanaler i hver tørkeseksjon, hvor det er 6 tørkeseksjoner. Med et utgangspunkt på 500 m^3 , gir det en total luftmengde på 18.000 m^3 pr. time ($500 \text{ m}^3 \times 6 = 3000 \text{ m}^3 \times 6$ seksjoner = 18.000 m^3 pr. time). For å finne effekt på vifte, brukte jeg oppgitt tabell i Tornums produktkatalog (se vedlegg 7) og da fant jeg ut at en trenger en vifte på $7,5 \text{ kW}$ (modell FMLB 072) (Tornum, 2009).

En vifte på $7,5 \text{ kW}$ har mulighet for å gi ut 20.200 m^3 pr. time (Tornum, 2009). Siden valgt satstørke trenger en luftmengde på 18.000 m^3 pr. time, må derfor en $7,5 \text{ kW}$ vifte være nødvendig. Siden valgt vifte har en mulighet for å gi ut mer m^3 luft pr. time, gjør det at en har mulighet for å øke luftmengden hvis det er ønskelig.

For å finne hvor stort varmebehov (kW varmeregister) jeg trenger til satstørken, tok jeg kontakt med Erik Hoel i Felleskjøpet. Han at en trenger forutsetninger for å beregne. Disse forutsetningene er vanntemperatur inn i varmeregister, vanntemperatur ut av register, luft inn i satstørke og ønsket tørketemperatur.

Med hjelp av Erik, fant jeg ut disse av forutsetningene:

- Vannet inn i varmeregister, 85°C før avgitt varme
- Vannet som kommer ut av varmeregister, 65°C etter avgitt varme.
- Luft inn i vifte, 15°C.
- Ønsket tørketemperatur, 60°C.

Deretter la Erik inn faktorene i et dataprogram som beregnet nødvendig kapasitet på varmeregister til 261,87kW (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20 mai 2022). Se vedlegg 8, for varmebehov til satstørke.

Siden det fiktive flisfyringsanlegget på gården er beregnet med en fyrkjele på 280kW, vil det gjøre at fyringsanlegget har god kapasitet til å gi ut nok energi til varmeregisteret.

5.3 Grunnarbeid, konstruksjon, estetikk og plassering

Siden oppgaven går utpå å finne en mulig løsning, velger jeg derfor ikke å forholde meg til riktige/anbefalte dimensjoner for bygget dette kapitlet.

5.3.1 Grunnarbeid

Det første som må gjøres er å rive en betongplattung som fra gammelt av ble brukt til fylling av såmaskin. Deretter starter utgraving av tilbygg. Terrenget rundt tilbygget er ganske flatt, eneste er at hjørnet fra eksisterende driftsbygning heller terrenget ned mot kjeller på driftsbygningen. Dette har ingen innvirkning på tilbygget. Tomteforhold er grusmasse med morene/stein under. Utgraving av masser blir gjort med innleid gravemaskin, men bortkjøring blir av egeninnsats.

For å regne ut hvor stort volum som skal utgraves, må en ta grunnflaten på tilbygget og gange med dybden. Med en dybde på 3 meter (se vedlegg 4) blir volumet 429m³. Til utgravingen må en ta høyde for bærende/drenende masser, isolasjon, ha nok plass til forskaling og en dreneringsskum. Dette gjør at utgravingen blir med et utgangspunkt på 3,5meter. Dette gir et volum på 500m³.

Neste steg er å sette ned en dreneringsskum med bærelagsmasse under. Dreneringsskumen blir tilkoblet dreneringsanlegget på gården.

Deretter blir det lagt ned bærende og drenerendemasse til bygget. Massen gjør at bygget står stødig og sikrer mot teleskader. En må ta høyde for forskjellige plan i bygget. Som bærende og drenerendemasse har jeg valgt å bruke maskinkult (20/120) og (0/63), i tillegg et lite lag med sandavretningmasse for å jevn topp grusmassene. Deretter blir isolasjon lagt ned (styrofoam-XPS plater). Etter at isolasjonen er blitt lagt ned, blir et lag med fuktsperre lagt oppå. Fuktsperren har i oppgave å hindre for fukt som kan komme ned i isolasjonen (Byggforsk, 2022).

5.3.2 Forskaling og betong

Etter grunnarbeid, er det sette opp forskaling til ringmur og gulv. Forskaling har i oppgave å holde den flytende betongen i ro til den har stivnet. Siden det er flere plan i bygget (se vedlegg 4 for plan i bygget), må forskalingen bli gjort etappevis. Jeg kommer ikke til å gå i detalj på hvordan forskalingen blir satt opp. Som utgangspunkt på dimensjon på gulv og ringmur brukte jeg 150mm i gulv og 250mm i ringmur.

For å regne ut hvor mye betong som skal bli brukt, må en finne m^3 i gulv og ringmur. En tar derfor kvadratmeter gulv ganger med tjukkelsen på betong, og det samme med ringmur. Betongveggen ved tippesjakt har en åpning for bunntransportør, som gjør at jeg tar 2stk vegger på 4,8m med en tjukkelse på 120mm. Som utgangspunkt bruker jeg armert betong.

Beregning av antall kubikk betong:

- Gulv, $143m^2 \times 0,15m = \underline{21,45m^3}$
- Ringmur langside, $3m \times 13m = 39m^2 \times 0,25m = 9,75m^3 \times 2stk = \underline{19,5m^3}$
- Ringmur gavlvegg, $11m \times 3m = 33m^2 \times 0,25m = \underline{8,25m^3}$
- Vegg ved tippesjakt, $4,8m \times 3m = 14,4m^2 \times 0,12m = 1,72m^3 \times 2stk = \underline{3,44m^3}$

Total mengde kubikk av betong = $52,6m^3$

5.3.3 Veggkonstruksjon

Etter at grunnmuren er støpt, kan reisverket til bygget bli satt opp. Siden reisverket er i tre, blir bunnsvill lagt toppen av grunnmur og skrudd fast. Deretter blir vertikale stendere satt opp med en avstand på 60cm. Neste er å legge toppsvill over stendere. Det er skråavstivere i hver av hjørnene for å stive av bygget. Som utgangspunkt i reisverket bruker jeg 48cm x 198cm som dimensjoner. En må ta høyde for vinduer, porter og vifteåpning i reisverket. På hver av langsidene er det tegnet inn 3 stk. vinduer (90cm x 90cm) og en 4m x 5m port. I gavlveggen er det inntegnet 4 vinduer (90cm x 90cm) og et avlangt vindu med sprosser (120cm x 480cm). I tillegg er vifteåpningen plassert i gavlvegg.

Utvendig reisverk blir det lagt på vindsperre, som sørger for at ikke vind blåser gjennom bygget. Deretter kommer stående over- og underleggende kledning.

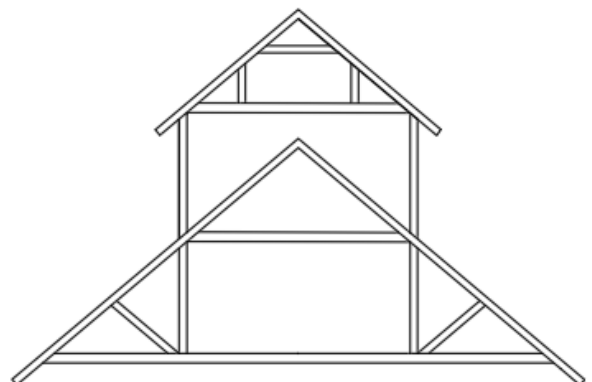
Veggene på langsiden har en høyde på 6,59m og en lengde på 13m. Gavlveggen har en høyde på 10,6m og en bredde på 11m.

5.3.4 Takkonstruksjon

Etter at reisverket har blitt montert, monteres takstoler på tilbygget. Disse blir løftet med kran. Takstolene blir lagt på toppen av toppsvill med en avstand på 60cm. Med en lengde på 13 meter, vil bygget trenge 22 stk. takstoler for hovedtaket. Tårntaket har en lengde på 5,8m utgjør det 10stk takstoler. Jeg valgte å bruke A-takstoler på hovedtak og tårntak (se vedlegg 5). For at taket skulle være lik det eksisterende taket, vil takstolene ha en takvinkel på 40 grader. Etter ferdig oppsatt takstoler, må en se på selve taket. Som undertak til bygget blir det lagt Huntonit trefiberplate på hele taket.

Deretter blir det lagt sløyfer som sørger for lufttilgang til taket. Sløyfene blir lagt i samme retning som takstolene. Det neste er å legge på lekter. Disse blir lagt horisontal retning for sløyfene.

Deretter blir det lagt takplater. Siden eksisterende driftsbygninger har mørkegråe takplater, vil det samme bli gjort på tilbygget. Til slutt blir takrenner og snøfangere på montert på taket.



Figur 14: Viser forslag for takstol til hovedtak og tårntak på tilbygget. Tegnet av Lars Jakob Veflingstad.

5.3.5 Estetikk og plassering

Byggematerialene til tilbygget sørger for likhet med andre driftsbygninger på gården. Likheter som samme farge på vegg og tak, like vinduer og lik høyde på port gjør at hele bygget i sin helhet blir finere. Det er planlagt med mønekryss i gavlvegg både hoved- og tårntak på tilbygget. Dette gjør bygget mer estetisk. Se vedlegg 2 og 3, for estetisk trekk på tilbygget.

Når det gjelder plassering av tilbygget, kunne ikke løsningen blitt gjort annerledes om en skulle ha mulighet for å koble det nye anlegget med det eksisterende. Med valgt plassering gjør at lastebiler har god plass for inn og utkjøring av anlegget. Selve bygget blir plassert på øst-gavlveggen i driftsbygning. Plasseringen av tilbygget gjør at bygget får en avstand på 8m til verksted/vognskjul og 44m til grisehus (se vedlegg 6, for Situasjonsplan).

5.4 Priskalkyle til løsning

Kalkylen til bygget blir på 2,97 millioner kroner eks. mva. (se vedlegg 9 for fullstendig priskalkyle). Men dette er med innregnet anslags priser, som derfor gjør at priskalkylen kan bli noe høyere. Med oppgitt pris vil bygget koste ca. 20.000kr pr. m², og 12.375 kr pr. tonn med en hektolitervekt på 79. I kalkylen er det ikke innregnet en post om uforutsatte utgifter eller hva for eksempel kostnaden på en elektriker vil være. Hadde disse postene blitt medregnet hadde bygget blitt dyrere. Andre ting som ikke medregnet, er eventuelle tilskudd eller støtte i fra Innovasjon Norge.

Sum teknisk viser den høyeste summen blant postene i kalkylen. Det som drar opp summen (i teknisk) er valget dyre komponenter med elektriskstyring til hele anlegget.

Tabell 3: Viser forenklet priskalkyle for prosjekt. Kalkylen viser en totalsum på 2,97 millioner kr.

Sum grunnarbeid	kr	163 380
Sum forskaling, betong, gulv	kr	248 070
Sum byggverk	kr	795 000
Sum teknisk	kr	1 763 550
Total sum eks mva	kr	2 970 000

6. Avsluttende diskusjon og konklusjon

Den endelige løsningen som ble valgt var alternativ 1 grunnet høyest poengscore i evalueringstabellen. Alternativet inneholder lagerkapasitet til 240 tonn med korn og satstørke på 20m³. Anlegget er helt støvfritt i et lukket system, med elmotorer til teknisk utstyr som sørger for et helautomatisert anlegg.

Fordelen med et helautomatisk anlegg er at alt kan styres fra en pc-skjerm, eller eventuelt fra mobilen. Dette krever at programvaren på pc og mobil alltid er oppdatert. Her er man avhengig av et døgnkontinuerlig servicetilbud fra leverandøren, hvor det er ett teknisk hjelpelinje, hvor man kan få teknisk hjelp til enhver tid. Hvis det er tekniske problemer som ikke lar seg løse ved telefonkontakt, må leverandøren sende en serviseteknikker som kan være på stedet innen rimelig tid, da dette er problemer som kan ha konsekvenser for framdriften i innhøstingen/utlevering av korn.

Et helautomatisert anlegg er at det er tidsbesparende, en kan gjøre andre oppgaver mens kornet fraktes rundt i tørka eller lesses på lastebil. Forutsatt at teknikken fungerer som den skal.

Alternativet har en høy engangs innkjøpspris. Dette forutsetter at foretaket har økonomiske forutsetninger til å foreta denne investeringen. Men tørke- og lageranlegget kan være arbeids- og tidsbesparende for det enkelte foretak i form av mindre lønnsutgifter og effektivisering av driften. Med anlegget vil gården ha en total lagerkapasitet til 390 tonn og 20m³ satstørke som gjør at alternativet er framtidsrettet og nesten dobling av lagerkapasitet på anlegget.

Automatiserte og lukkede kornbinger gir mindre kornstøv som kan være skadelig for de som er arbeider i tørke/lageranlegget.

Varmekilden til satstørken som er planlagt brukt i anlegget, er et flisfyringsanlegg. Men siden flisfyringsanlegget ikke er oppført ennå, må dette bygges først. Dette har eier av gården tenkt å gjøre. Utgiftene til flisfyringsanlegget skal derfor ikke bare økonomisk belastes til bygging av nytt tørkeanlegg. Ett flisfyringsanlegg kan også være varmekilde til grisehus og bolighus på gården.

Tilbygget er tenkt med gjennomkjøring, og det medfører at man slipper å rygge inn til tippesjakten med traktor med stor henger. Dette minsker risikoen for ulykker på gården. I tillegg gjør det at effektiviteten øker da det er raskere å kjøre rett gjennom.

Siden problemstillingen var å finne en løsning som øker lager- og tørkekapasiteten for korn på Nøttestad Nordre, ved kombinere nytt og eksisterende tørkeanlegg, mener jeg at alternativ 1 klarte å besvare problemstillingen på best mulig måte. Kriteriene jeg valgte i materiale og metode kapitlet ble avgjørende for å kunne velge ut riktig løsning og utforming ut ifra de ulike selvvalgte alternativene. Selv om løsningen ble det dyreste alternativet, mener jeg at det har liten innvirkning på hvordan løsningen ble planlagt.

8. Litteraturliste

- Autodesk, C. U. (2022, 5 1). *AutoCAD*. Hentet fra AutoCAD: 2D og 3D CAD-programvare brukes av millioner av mennesker til å skissere, utvikle og automatisere designer hvor som helst og når som helst:
https://www.autodesk.no/products/autocad/overview?panel=buy&term=3-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1&mktvar002=4417848%7CSEM%7C%7Bcampaignid%7D%7C%7Bgroupid%7D%7C%7BTargetId%7D&ef_id=Cj0KCQjwyYKUBhDJARIsAMj9lkEcgmjwqZYN2INDkBipsdDs3gfVi0Q4jN-OQsWOUX-k5yU
- Byggforsk. (2022). *Byggforsk.no*. Hentet fra Telesikring av uoppvarmede bygninger og konstruksjoner. Dimensjonering og utførelse:
https://www.byggforsk.no/dokument/331/telesikring_av_uoppvarmede_bygninger_og_konstruksjoner_dimensjonering_og_utfoerelse#i
- Felleskjøpet. (2022, 1 1). *Felleskjøpet.no*. Hentet fra Timebestilling for kornlevering:
<https://www.felleskjopet.no/korn/bestilling-av-time-for-kornlevering/>
- Graminor. (2021, 7 13). *Graminor.no*. Hentet fra Vanntett hvete:
<https://graminor.no/vanntett-hvete/>
- Graminor. (2022, 1 1). *Graminor.no*. Hentet fra Plantesorter, hvete:
<https://graminor.no/utvikling-av-plantesorter/korn/hvete/>
- Gårdskart, N. (2022, 3 24). *Nibio.no*. Hentet fra Gårdskart:
<https://gardskart.nibio.no/landbrukseiendom/3413/43/1/0?gardskartlayer=ar5kl7>
- Hillestad, M. E., & Bungler, A. (2019). *Kornhøsting i våtere klima*. Oslo: Agri Analyse. Hentet fra kornhøsting i våtere klima.
- Hoel, B., Abrahamsen, U., Strand, E., & Sundgren, T. (u.å.). *Nibio.no*. Hentet fra Kornet er i hus, temaark 6: <https://innlandet.nlr.no/files/documents/Fagforum-Korn/Temaark/Temaark-6-Kornet-er-i-hus.pdf>
- Hoel, E. (2017, oktober 26). *Felleskjøpet, korntørkedag på Blæstad*. Hentet fra Norsk Landbruksrådgivning Innlandet: <http://docplayer.me/106974807-Torkelosninger-korntorkedag-varmluftstorking-kaldlufttorking-norsk-landbruksradgivning-innlandet-blaestad-26-oktober-2017.html>
- Hoel, J. L., Hjerpbakk, G., Hauge, O., & Mathisen, R. (2016, 10 1). *Kanaliseringspolitikk og regional spesialisering*. Hentet fra <https://docplayer.me/52000634-Kanaliseringspolitikk-og-regional-spesialisering.html>
- Kornspesialisten As. (2022, 5 20). *kornspesialisten.no*. Hentet fra Plantørke:
<https://kornspesialisten.no/plantorke/>
- Kornspesialisten As. (2022, 5 23). *kornspesialisten.no*. Hentet fra Silo, Almas:
<https://kornspesialisten.no/silo/>

-
- landbrugsinfo. (2020, 3 25). *landbrugsinfo.dk*. Hentet fra Sådan tørrer du kornet:
https://www.landbrugsinfo.dk/public/d/e/c/afgroder_sadan_torrer_du_kornet?fbclid=IwAR19BUpyYZq4NKiavyprJ2Ds2XZDZePymyrUDwxZIHJzrDU6Hsm6N5nzhk
- Lovdata.no. (2004, 4 1). Hentet fra Forskrift om regulering av svine- og fjørfeproduksjonen:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-04-01-611>
- Norges geologiske undersøkelse. (2022, 3 25). *geo.ngu.no/*. Hentet fra Løsmasser:
https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- Regjeringen. (2022, 1 17). *Regjeringen.no*. Hentet fra Bekjempe sult og øke matsikkerhet:
https://www.regjeringen.no/no/tema/utenrikssaker/utviklingssamarbeid/bekjempe_sult/id2895730/
- Statens kornforretning. (1978, oktober 1). *Gardstørker for korn*. Hentet fra Noen råd og vink om tørking og lagring av korn: <https://kornforum.nlr.no/files/documents/Fagforum-Korn/Fagartikler/Korn/Gardstorker-for-korn.pdf>
- Statistisk sentralbyrå. (2022, Februar 3). *ssb.no*. Hentet fra Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/gardsbruk-jordbruksareal-og-husdyr>
- Sukup . (2022, 5 23). *Sukup* . Hentet fra Silo og utstyr:
https://bilder.felleskjopet.no/medias/sys_master/DefaultCelumAssetsFolder/celum_assets/ha2/h00/8815362474014/Sukup-europe-silo-og-utstyr-38606.pdf
- Tornum. (2009, 1 1). *Tornum, produktkatalog*. Hentet fra En ny generasjon kornprodusenter krever moderne løsninger:
<https://www.yumpu.com/no/document/read/18530033/tornum-produktkatalog/5>
- Wiréhn, L. (2018). Nordic agriculture under climate change: A systematic review of challenges, opportunities and adaptation strategies for crop production. *Land use policy* 77, ss. 63-74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.059>

9. Vedlegg

Vedlegg 1 – Planløsning (1:100)

Vedlegg 2 – Fasadetegning nord og sør (1:100)

Vedlegg 3 - Fasadetegning øst (1:50)

Vedlegg 4 – Snitt lengderetning (1:100)

Vedlegg 5 – Snitt (1:50)

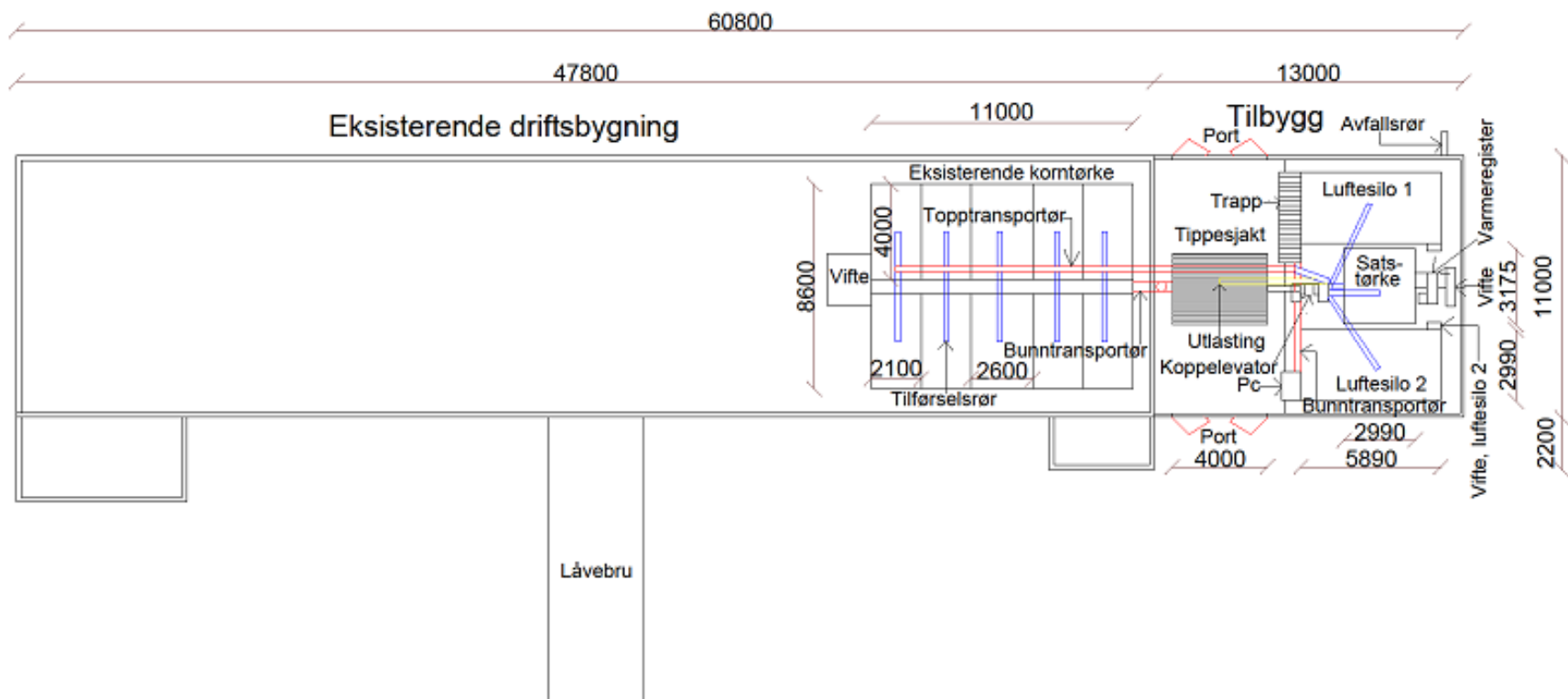
Vedlegg 6 – Situasjonsplan

Vedlegg 7 – Viftekapasitet

Vedlegg 8 - Varmebehov

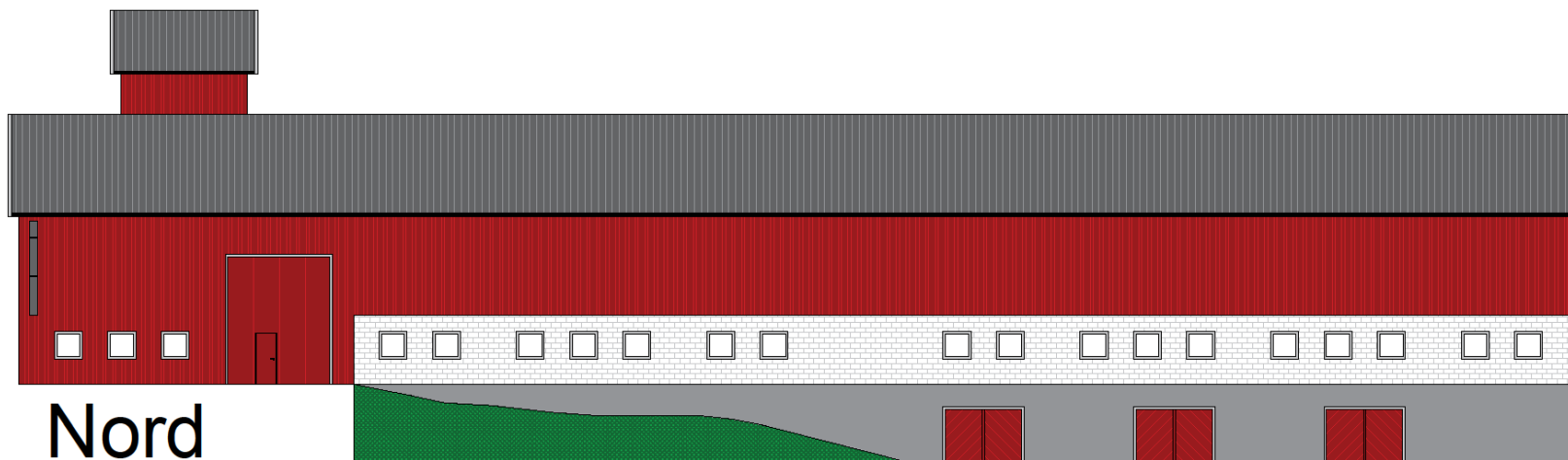
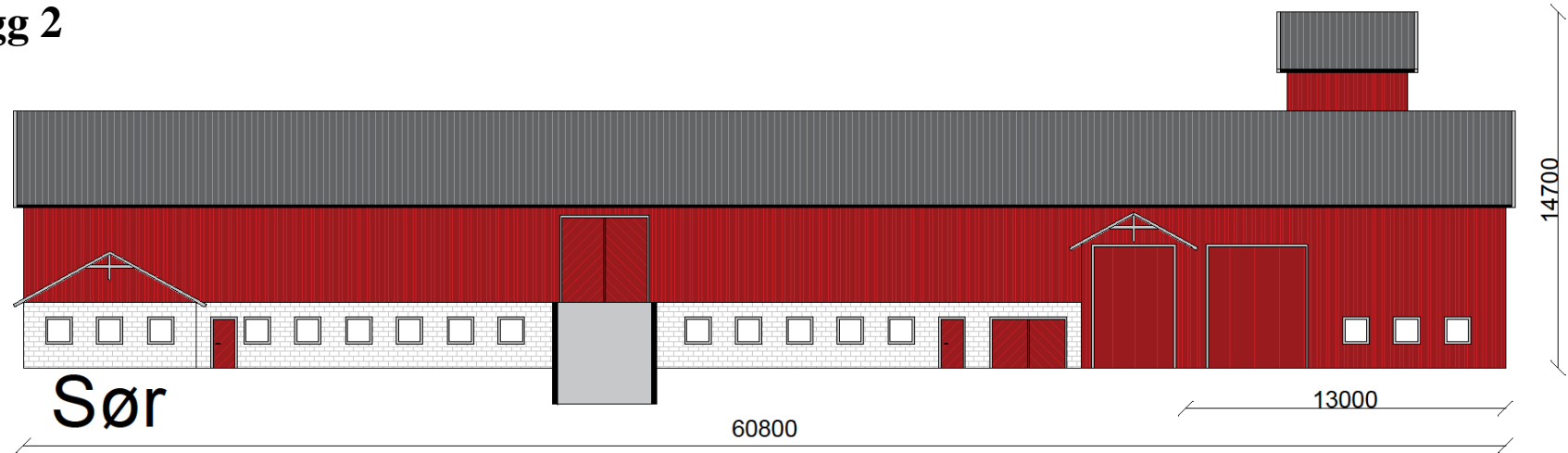
Vedlegg 9 – Anslag priskalkyle

Vedlegg 1



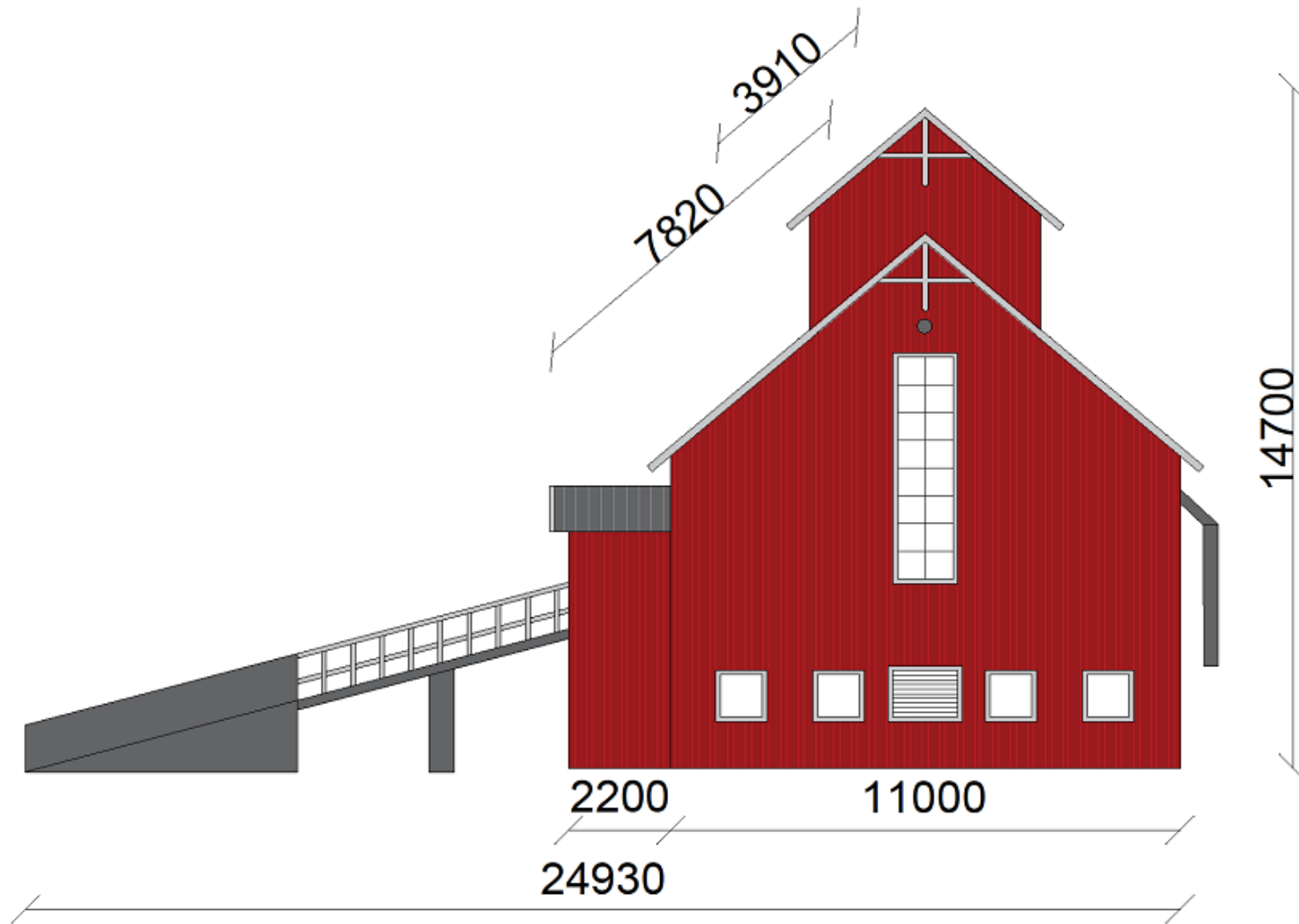
Prosjektnavn: Tilbygg, korn tørke	Tegning: Planløsning
Dato: 3.5.2022	Målestokk: 1:100
Tegnet av: Lars Jakob Veflingstad	

Vedlegg 2



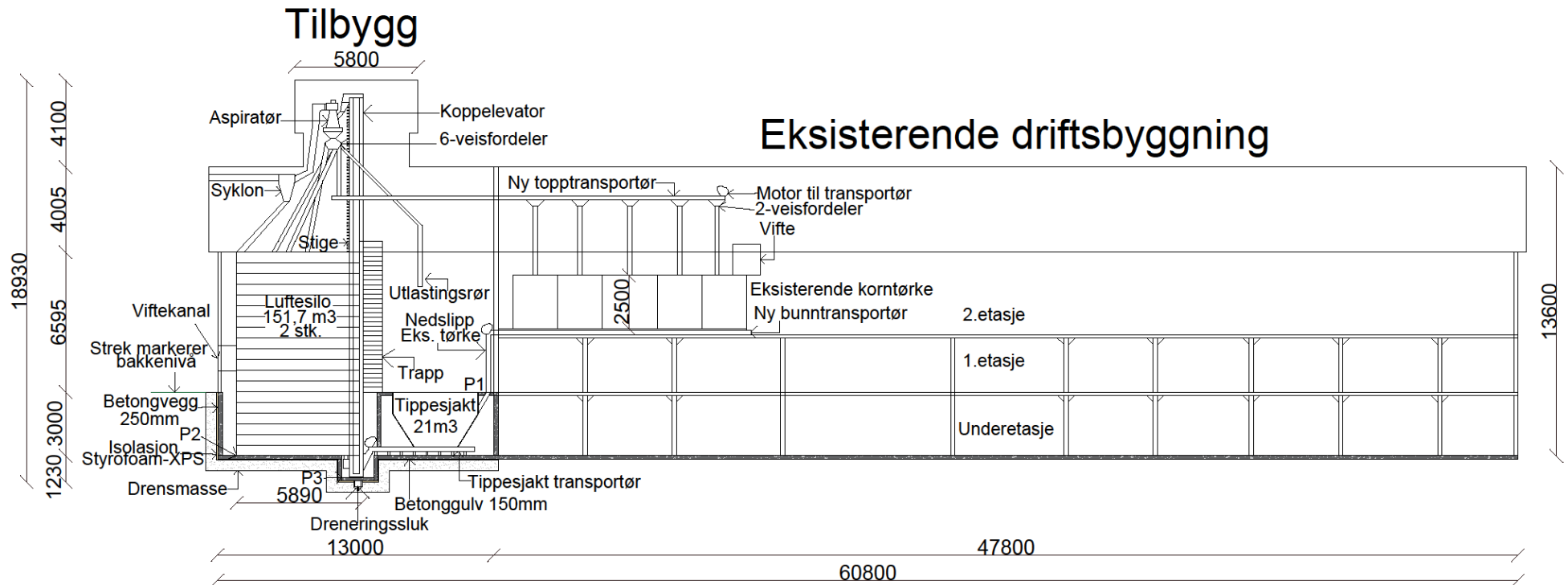
Prosjektnavn: Tilbygg, korntørke	Tegning: Fasade, sør/nord
Dato: 3.5.2022	Målestokk: 1:100
Tegnet av: Lars Jakob Veflingstad	

Vedlegg 3



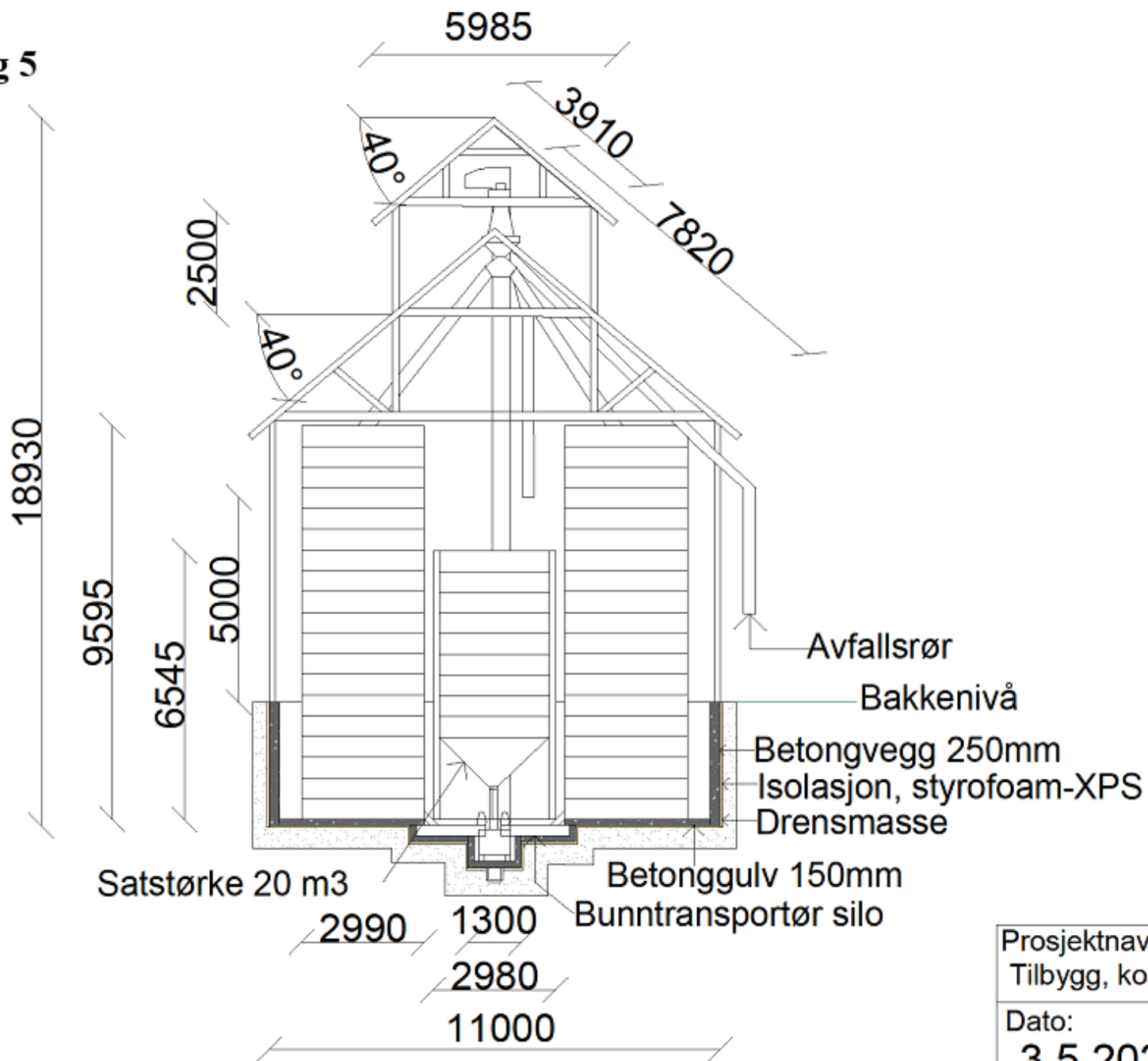
Prosjektnavn: Tilbygg, korntørke	Tegning: Fasade, øst
Dato: 3.5.2022	Målestokk: 1:50
Tegnet av: Lars Jakob Veflingstad	

Vedlegg 4



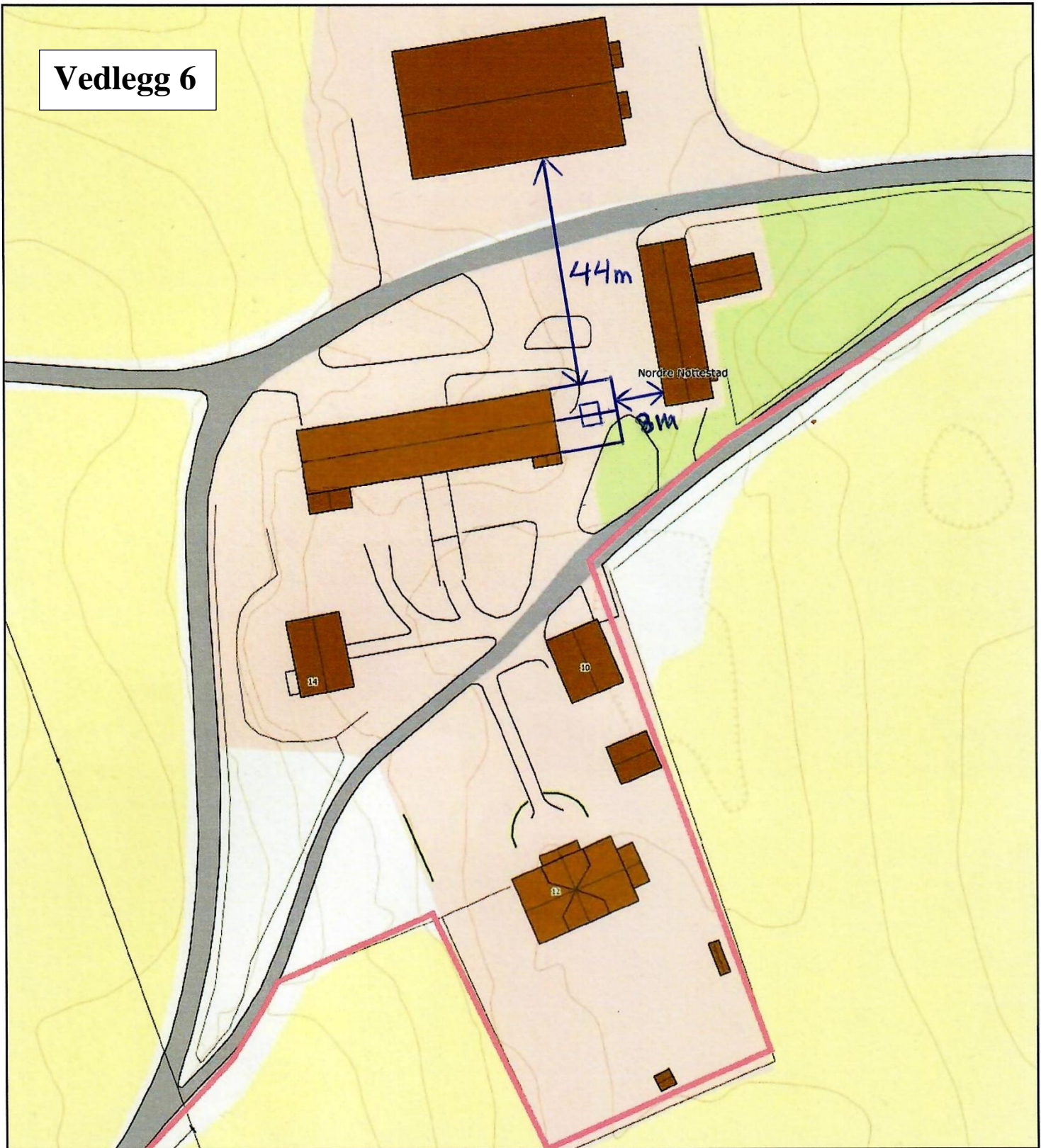
Prosjektnavn: Tilbygg, korn tørke	Tegning: Snitt, lengderetning
Dato: 3.5.2022	Målestokk: 1:100
Tegnet av: Lars Jakob Veflingstad	

Vedlegg 5



Prosjektnavn: Tilbygg, korntørke	Tegning: Snitt
Dato: 3.5.2022	Målestokk: 1:50
Tegnet av: Lars Jakob Veflingstad	

Vedlegg 6



Målestokk 1: 1000 ved A4 utskrift
 Utskriftsdato: 28.05.2022
 Eiendomsdata verifisert: 28.05.2022

GÅRDSKART 3413-43/1/0

Markslag (AR5) 7 klasser

TEGNFORKLARING	AREALTALL (DEKAR)	
Fulldyrka jord	421.7	
Overflatedyrka jord	11.0	
Innmarksbeite	5.1	437.8
Produktiv skog *	350.2	350.2
Annet markslag	33.4	
Bebygd, samf., vann, bre	28.6	62.0
Ikke kartlagt	0.0	0.0
Sum	850.0	850.0

* Produktiv skog er skog på fastmark og myr med skogbonitet lav eller bedre.

- Arealressursgrenser
- Eiendoms grenser



NIBIO
 NORSK INSTITUTT FOR
 BIOØKONOMI

Vedlegg 7

Tabell 3: Viser vifte effekt på radialvifte. Gul markering viser valgt vifte ut ifra luftmengde m³ per time (Tornum, 2009).

FMLB	kW	rpm	Luftmengde m ³ /h ved statisk trykk mm vp				
			50	100	120	150	200
039	2,2	2870	5540	4610	4250	3600	-
044	4,0	2880	9000	7850	6910	6660	-
063	3,0	1405	15800	8300	4700	-	-
071	5,5	1440	17600	14400	12400	8400	-
072	7,5	1445	20200	17300	15800	13300	-
080	11,0	1450	27000	23400	21600	18900	12000

Vedlegg 8

Tabell 4: Viser hva nødvendig kapasitet på varmeregister til satstørke. Gul merking er nødvendig kapasitet på varmeregister til satstørke, rød merking er innlagte faktorer. (Hoel, Erik, personlig kommunikasjon, 20. mai 2022)

Kapasitet		261,87 kW		Væskedata	
Luft Data					
Barometrisk trykk	101,325	kPa		Medium : Vann	
Tetthet	1,225	kg/m ³		Væske inn	85,0 °C
Luftmengde	4,722	m ³ /s		Væske ut	65,0 °C
Luft hastighet	2,1	m/s		Væskemengde	3,21 l/s
Lufttemperatur inn	15,0	°C		Væskehastighet	0,82 m/s
Lufttemperatur ut	60,0	°C		Spesifikk vekt	971,800 kg/m ³
				Spesifikk varme	4 194,00 J/kg/K
				Varmeledningsevne	0,670 W/m/K
				Viskositet	0,355 mPa.s
Trykkfall luft	45	Pa		Trykkfall væske	12,96 kPa
Fysiske data					
Preliminær Nettovekt	257	kg		Overflate	249,82 m ²
Rør	Cu, 16	x0.45		Internt volum	76,66 dm ³
Samlestokk(L)	Cu			Finner	Al, 0.30
Prelim. Utv.[B" x H" x L']	1 716 x 1 620 x 310			Ramme	Galv. - 2,0mm
Innløp dim.	1 x 2 1/2"	BSP		Utløp dim.	1 x 2 1/2" BSP
Design Pressure	10	bar			

Vedlegg 9

Priskalkyle

Anslag over byggekostnader

Hva	Ant:	Enhet	pris pr. stk/tonn	pris, kr		Kommentar
Oppstart for maskinfører						
Oppmåling av tomt	2	Timer	kr	600	kr	1200
Grunnarbeid						
Utgraving, med 12 tonn graver	60	timer	kr	1100	kr	66 000 Anslag
Bortkjøring av masser	40	timer	kr	800	kr	32 000 Egeninnsatts
Innkjøp av 20/120 maskinkult	60	tonn	kr	95	kr	5 700 Pris fra Hamar pukk og grus
Innkjøp av 0/8 maskingrus	30	tonn	kr	50	kr	1500 Pris fra Hamar pukk og grus
Innkjøp av 0/4 sandavretning	10	tonn	kr	198	kr	1980 Pris fra Hamar pukk og grus
Tilbakefylling av grusmasser	50	timer	kr	1100	kr	55 000 Anslag
Sum grunnarbeid				kr		163 380
Forskaling, betong, gulv						
Forskaling	1	Pakke	kr	120 000	kr	120 000 Anslag fra snekker
Isolasjon XPS gulv	148	m2	kr	200	kr	29 600 Monter
Isolasjon XPS ringmur	111	m2	kr	200	kr	22 200 monter
Betong, B30	53	m3	kr	1450	kr	76 270 Bettong øst
Drenskum	1	stk	kr	3 100		kr 3 100 Monter
Sum forskaling, betong, gulv				kr		248 070
Byggverk						
Bindingsverk i tre						
Utvendig kledning						
Takstoler						
takplater						
Porter						
Vinduer						
Takrenner						
Pakkepris	148	m2		kr		795 000 Anslag fra byggkonstruktør,FK
Sum byggverk				kr		795 000
Teknisk						
Tippesjakt	1	stk	kr	239 000	kr	239 000 Anslag fra selger
Koppelevator 18m	1	stk	kr	188 000	kr	188 000 Anslag fra selger
Bunntransportør fra tippesjakt 5m	1	stk	kr	35 300	kr	35 300 Anslag fra selger
Bunntransportør fra litesilo 2,5m	2	stk	kr	40 500	kr	40 730 Anslag fra selger
Bunntransportør AB tørke 12m	1	stk	kr	85 300	kr	85 300 Anslag fra selger
Topptransportør 18m	1	stk	kr	84 900	kr	84 900 Anslag fra selger
Luftesilo ink vifte 7,5kW	2	stk	kr	750 100	kr	750 100 Anslag fra selger
Satstørke 20m3	1	stk	kr	187 000	kr	187 000 Anslag fra selger
Varmeregister	1	stk	kr	59 400	kr	59 400 Anslag fra selger
tørkevifte 7,5kW	1	stk	kr	40 790	kr	40 790 Anslag fra selger
2m rør 200mm	20	stk	kr	450	kr	9 000 Anslag fra selger
1m rør 200mm	10	stk	kr	280	kr	2 800 Anslag fra selger
0.5 rør 200mm	10	stk	kr	200	kr	2 000 Anslag fra selger
0.3 rør 200mm	8	stk	kr	170	kr	1 360 Anslag fra selger
45° vinklerør 200mm	6	stk	kr	370	kr	2 220 Anslag fra selger
30° vinklerør 200mm	13	stk	kr	250	kr	3 250 Anslag fra selger
15° vinklerør 200mm	20	stk	kr	120	kr	2 400 Anslag fra selger
Aspiratør, med syklon	1	stk	kr	30 000	kr	30 000 Anslag fra selger
Pc-skjerm	1	stk	kr	20 000	kr	20 000 Anslag fra selger
Sum teknisk				kr		1 763 550
Total sum eks mva				kr		2 970 000