



**Klevfos
industrimuseum**
ANNO Museene i Hedmark



FABRICA
kulturminnetjenester as

Anno Klevfos industrimuseum
**Bevaring av Klevfos Cellulose- og
Papirfabrik**

Kunnskapsprosjektet - sluttrapport

FABRICA kulturminnetjenester as

30.11.2021



FABRICA kulturminnetjenester as

Vøienvolden gård

Maridalsveien 120

0274 Oslo

Org. nr.: 922 632 642 MVA

www.fabrica.no

post@fabrica.no

Anno Klevfos industrimuseum

Bevaring av Klevfos Cellulose- og Papirfabrik

Kunnskapsprosjektet - sluttrapport

Forfattere:

Morten Stige / 91 53 18 18 / morten.stige@fabrica.no

Per Storemyr / 95 33 04 60 / per.storemyr@fabrica.no

Vegard Røhme / 90 51 02 19 / vegard.rohme@fabrica.no

Oppdragsgiver: Klevfos industrimuseum, Anno museum

Fotografier/illustrasjoner: Fabrica, der ikke annet er nevnt

30.11.2021

Forsidebilde: Sodahuset. Foto: Normann fotoatelier/Anno museum

Forord

Klevfos cellulose og papirfabrikk er et fantastisk kulturminne som gjør inntrykk på alle som besøker anlegget. Fra åpningen i 1888 til nedleggelsen i 1976 var den en liten, og representativ del av den viktige norske treforedlingsindustrien. Allerede før nedleggelsen var Klevfos blitt teknologisk utdatert og et levende industrimuseum, og det tok få år fra stengingen til sterke lokale krefter hadde bremsset forfallet og satt i gang arbeidet med å gjøre det til et virkelig museum. Resultatet er at sulfatcellulosemetoden er bevart, noe som gjør Klevfos unik i Norden og svært sjelden også i europeisk sammenheng. Klevfos industrimuseum åpnet i 1986. I de 40 årene siden istandsettingsarbeidene begynte er det lagt ned utallige timer med dugnad og profesjonell arbeidsinnsats for å sette i stand og vedlikeholde uteområder, bygninger og maskiner.

Mange anerkjente rådgivningsmiljøer har bidratt med delutredninger, tilstandsvurderinger og forslag til tiltak. En stor innsats med murverksrestaurering ble gjennomført i perioden 2012-13 og Asplan Viak vurderte i 2014 anlegget som istandsatt.

Til tross for den store innsatsen ble det ropt varsko i 2019 og det ble stilt spørsmål om bygningene var i en slik stand alt de egnet seg for fredning i henhold til kulturminneloven, til tross for at fredningssaken var blitt satt i gang året før. *Notat om fabrikkbygningens tilstand*, utarbeidet av Anno Klevfos industrimuseum ved Hjarnø, Teien og Gunnestad desember 2019 er et viktig grunnlagsdokument. Flere år med underbemanning på vedlikeholdssiden og en svært varm sommer i 2018 gjorde at murverksnedbrytningen ble svært tydelig. For første gang ble salter skapt av kjemikalier fra produksjonsprosessen forstått som en hovedårsak til nedbrytningen av teglstein og fuger i deler av fabrikkbygningen. Spørsmålet ble reist om det lot seg gjøre å stoppe denne nedbrytningen, eller om murverket inneholdt en tikkende bombe som ikke kunne stoppes.

Med utgangspunkt i de mange utredninger og rapporter som var produsert om Klevfos uten å gi klare svar, gikk Riksantikvaren og Anno museum inn i et samarbeid om å etablere et kunnskapsprosjekt for å systematisere innsamlede data og skaffe ny kunnskap om kritiske forhold.

Fabrica kulturminnetjenester ble engasjert for å lede dette arbeidet. Fabrica har dels trukket på egne ressurser og dels vært ansvarlige for anskaffelsen av utredninger og annet arbeid fra andre fagmiljøer. Siden Kunnskapsprosjektet ble igangsatt mars 2020 er det lagt ned et stort arbeid fra Fabrica og Anno, som i samarbeid har gjennomført 6 delprosjekter. Prioriteringen av delprosjektene er basert på prosjektplanen av 7. mai 2020, godkjent av Riksantikvaren.

Denne sluttrapporten begynner med en samlet anbefaling før den presenterer bakgrunnen for Kunnskapsprosjektet og resultatene fra de seks delprosjektene: murverksnedbrytning, forurenset grunn, bygningsstabilitet, bygningstilstand, dokumentasjon og kulturminnefaglig verdsetting. Siste kapittel drøfter de kulturminnefaglige verdiene opp mot de praktiske bevaringsutfordringene. Det vil kunne gi god støtte til den videre fredningsprosessen. Sammen med denne hovedrapporten leveres det egne rapporter for delprosjekt 1 murverksnedbrytning og delprosjekt 4 vurdering av helhetlig tilstand. Resultatene er en følge av et godt samarbeid med Anno Klevfos, men konklusjoner og tilrådninger er gjort på et fritt grunnlag av Fabrica kulturminnetjenester.

Det ble etablert en styringsgruppe utgått av Anno museum og en prosjektgruppe med medlemmer fra Anno og Fabrica. Kunnskapsprosjektet er et resultat av tett samarbeid og ville ikke vært mulig

uten dyktige medarbeidere ved Klevfos industrimuseum med god kjennskap til anlegget og mulighet for daglig oppfølging.

Alle i prosjektgruppen har bidratt i arbeidet, og det er viktig å fremheve museumshåndverkerne ved Klevfos; Morten Hjarnø, Anders Nordbakken og Arild Teppen, som har gitt svært verdifulle innspill og hatt ansvar for viktige utredninger og praktiske tiltak. Spesielt viktig for de prioriterte bevaringsgrepene er underprosjektet: *Vannets veier* som skal få kontroll over fukten som kommer inn i fabrikken fra terrenget. Maciej Wantola har hatt ansvar for klimatisering og overvåkning av prøvefelter, mens Ida Kristine Teiene har deltatt i arbeidsgruppen og har hatt ansvar for systematisering og publisering av historisk dokumentasjon. Siden september 2020 har Jarl Holstad holdt en stø hånd på rattet på Klevfos.

For å få med et fullt år med murverksforsøk er Kunnskapsprosjektet blitt forlenget med sluttleveranse 1. desember 2021. Fabricas konklusjoner kommer nedenfor, men vi kan foregripe dem med en tro på et fortsatt langt liv for det unike industrimiljøet på Klevfos. Forutsetningen er å ta noen viktige grep i *Klevfosløftet*, samt å anerkjenne at et slikt anlegg krever en fast stab av dedikerte håndverkere for å holde det naturlige forfallet på avstand.

Morten Stige
prosjektleder

Stig Hoseth
leder styringsgruppen

Innhold

Forord	3
Innhold	5
1 Tilrådning	7
2 Innledning og bakgrunn	10
Prosjektorganisering.....	11
Ressursbruk	12
Bygningshistorie – utviklingen av anleggets bygningsmasse	13
Tidligere kunnskapsinnhenting	37
3 Delprosjektene	38
Delprosjekt 1: Begrensning av forvitring.....	39
Undersøkelsermetoder	39
Salttyper og omfang av saltforvitring.....	40
Kilder til salt – sulfatprosessen.....	43
Grunnforhold, drenering og fukt.....	45
Inneklima	48
Inneklima og salt.....	50
Frostforvitring på Klevfos	52
Forvitring og bruk av sement og betong	53
Testfelter for <i>indirekte</i> og <i>direkte</i> bevaringsløsninger	54
Klimatisering av fabrikkbygget	61
Kort om Klevfos og klimaforandring.....	62
Konklusjoner og anbefalinger.....	62
Delprosjekt 2: Kartlegging og forbedring av forurensningssituasjonen i grunnen	65
Utførte tiltak.....	65
Konklusjoner og anbefalinger.....	68
Delprosjekt 3: Forbedring og overvåking av statisk stabilitet	69
Strakstiltak stabilitet.....	69
Andre forhold som kan virke inn på stabiliteten over tid	72
Overvåking.....	77
Differensiert bruk	80
Konklusjoner og anbefalinger.....	80
Delprosjekt 4: Identifisering av skader på overordnet nivå for hele anlegget.....	81
Bakgrunn	81

Tilstand – status i 2014.....	84
Tilstand – status i 2021.....	85
Kostnadsvurderinger for sikring og istandsetting	90
Konklusjoner og anbefalinger.....	92
Delprosjekt 5: Dokumentasjon av anlegget	93
3D-scanningen	94
GIS-modellen	106
Historisk dokumentasjon i museets arkiver	109
Delprosjekt 6: Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning	113
Riksantikvarens verdisetting av Klevfos	113
Ytterligere utdyping av Klevfos’ kulturminneverdier	115
Konklusjoner og anbefalinger.....	121
4 Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning	122
Alternative vernestrategier	122
Konklusjoner og anbefalinger.....	125
Praktiske bevaringsutfordringer versus kulturminneverdiene	125
Mulige konflikter mellom tiltak og kulturminneverdier.....	125
Tilrettelegging for bruk.....	130
Konklusjoner og anbefalinger.....	131
Økonomi	132
Konklusjoner og anbefalinger.....	133
Forvaltningsplan – Anbefaling for prioritering av videre arbeider.....	133
Kilder og litteratur.....	134

1 Tilråding

Kunnskapsprosjektet har tilstrebet et helhetsblikk på fabrikkbygningene på Klevfos. Hovedformålet har vært å vurdere om det finnes metoder som gjør det mulig å bevare hele fabrikkbygningen på en konvensjonell måte og som dermed gjør det til et egnet fredningsobjekt. Fabricas hovedkonklusjon er at bevaring etter alt å dømme er teknisk mulig innenfor realistiske økonomiske rammer. Forutsetningene er imidlertid en målrettet innsats for å forbedre bevaringsforholdene og tilstrekkelige ressurser til å opprettholde et godt vedlikehold over tid.

Vi har også vurdert alternative bevaringsstrategier. Vil for eksempel riving av de mest nedslitte delene av fabrikkbygningen være et alternativ? Det ville i så fall gjelde Sodahuset og Luthuset som er bygningsdelene som rommer lutgjenvinningsprosessen. Det er produksjonen av cellulose med sulfatprosessen som gjør Klevfos til et unikt kulturminne med høy verdi både i nasjonalt og internasjonalt perspektiv, og da er lutgjenvinningslinja essensiell. Vi anser derfor ikke delbevaring som en aktuell strategi dersom Klevfos skal beholde sin åpenbare nasjonale kulturminneverdi.

Det bør vurderes å innlemme hele dammen i fredningen. Den inngår i produksjonslinja på samme måten som materialenes vei fra tømmerstabler, via Hoggeriet og inn i Kokeriet. Kjernen i kulturmiljøet begynner ved dammen og slutter ved utløpskanalen. Omgivelsene som i fabrikktiden var fulle av plankeskur og tømmerstabler er også en del av helheten. Eventuell nybygging i dette kulturmiljøet må gjøres med stor varsomhet.

Vi har videre vurdert hvorvidt de istandsettingstiltak og forbedringer som er nødvendige vil føre til inngrep som vesentlig svekker kulturminneverdiene. Konklusjonen er at de fleste aktuelle tiltak er lite inngripende eller reversible. Videre er fabrikkbygningene relativt lite sårbare overfor lesbare og tydelige inngrep. De anbefalte tiltakene kan gjennomføres uten høy konflikt med kulturminneverdiene.

Skadebilde og anbefalte bevaringstiltak

Skadebildet som utløste Kunnskapsprosjektet var hurtig nedbryting av murverket i deler av fabrikkbygningen. Årsakene var bare delvis forstått, og det var stor usikkerhet om hvorvidt det fantes effektive bevaringsmetoder som kunne gjennomføres uten store kostnader i både kroner og tap av kulturminneverdier. Det er ingen tvil om at murverksnedbrytingen i deler av fabrikkbygningen har gått fort og krever betydelige tiltak. Årsakene til de ekstraordinære skadene er i hovedsak et eksepsjonelt høyt saltinnhold i murverket som følge av produksjonsprosessen. Kokeluten, som er agent i sulfatprosessen, er spredd i store deler av fabrikkbygningen og har dannet salter som har funnet veien inn i murverket hvor de fører til «saltsprengning». Saltene gjør imidlertid først og fremst skade i fuktig miljø. Enkelte tørrere deler av fabrikkbygningen er også saltinfiltrerte, uten at skadebildet er svært alvorlig. Dette drøftes nærmere i delprosjekt 1 der det også er utarbeidet en fordypende fagrapport som følger denne sluttrapporten. Vi anbefaler følgende hovedtiltak:

- Sanering av de fleste saltholdige (basiske og sulfatholdige) masser i fabrikkbygningen for å begrense ytterligere saltopptak.
- Effektiv drenering for å fjerne betydelig overvann og dermed sterkt redusere fukt i fabrikkbygningen, evt. kombinert med fuktsperrer på særlig utsatte steder.
- Påføring av offerpuss på alle relevante innvendige murflater.
- Installering av avfuktere i deler av fabrikkbygningen for å redusere fukt- og saltbelastningen på murverket, samt forbedre et innneklima som forårsaker stor rustdannelse.

Sanering av forurensede masser utgjør delprosjekt 2. Situasjonen er nå kartlagt og de ulike kategoriene stoffer er undersøkt og kjemisk analysert. Golder as vil bistå med anskaffelse av en leverandør for å fjerne prioriterte masser og deponere dem på forskriftsmessig måte. Status er at en ser ut til å slippe å levere spesialavfall. Deler av massene er viktige kilder til produksjonshistorien. Etter Klevfos Annos egne plan skal deler av masser som ikke utgjør noen trussel forbli i anlegget, andre skal prøvetas for arkivering.

Drenering rundt fabrikken for å hindre fuktinntrengning ble ikke opprinnelig definert som et eget delprosjekt, men det dukket raskt opp som en prioritert oppgave som skal utføres av museets ansatte. Notatet «Vannets veier» ligger til grunn for planleggingen av dreneringsarbeidene.

Offerpuss er en godt utprøvet metode. Prinsippet er å påføre et pusslag som flytter saltkrystalliseringen fra selve murverket og ut i pussflaten. Forsøkene som er gjennomført på Klevfos tyder på at metoden her vil fungere godt. Nærmere observasjoner viser at alle innvendige teglmurer opprinnelig har vært pusset. Det gjør at selv om offerpussen ikke nødvendigvis bygges opp på samme måte som den historiske pussene, vil nypussing av veggene reetablere situasjonen i produksjonstiden da lys veggpuss var et viktig bidrag til arbeidslyset i fabrikken. Bruk av offerpuss bør starte umiddelbart og en bør jevnlig fjerne salt som krystalliserer på pussene, fortrinnsvis i sommerhalvåret.

Klimatisering i form av avfukting bør ikke starte før grunnen er tørket noenlunde ut etter gjennomføring av dreneringstiltak. Dette er fordi grunnen inne i spesielt Sodahuset, Luthuset og Fyrhuset nå er så fuktig at det har liten hensikt eller til og med negativ effekt. Lufttetting av berørte fabrikkdeler bør heller ikke starte før avfukting settes i gang. Den nåværende naturlige ventilasjonen trengs for å føre fukt fra bakken ut. I utgangspunktet anbefales ikke oppvarming av større deler av fabrikken, både av hensyn til kulturminneverdiene og høyt energiforbruk.

Disse fire tiltakene vil virke stabiliserende over tid. Det foreligger også betydelige skader som må utbedres, samtidig som både salter og frostsprengning fortsatt vil virke på murverket. Det er imidlertid uunngåelig for en teglbygning som ikke lenger blir oppvarmet. For å ivareta dette er det nødvendig å mure om en del partier både i vegger og installasjoner, samt å utbedre fuger. I tillegg må en del fundamenter mures om. De fremre silkarene i Luthuset er nå sikret, mens konstruksjonen som bærer rotorene i varpa er usikker. Andre eksempler er skorsteinene og sodahustaket som må overvåkes særlig og tiltak vurderes fortløpende. Delprosjekt 3 har tatt for seg sikringstiltak og det er jobbet særlig med silkar og varpe. Løsningen for silkarene er detaljprosjektert, godkjent av kulturminnemyndighet og ble gjennomført høsten 2021. Løsningen for varpa er prinsipp-prosjektert og tiltak bør gjennomføres så snart som praktisk mulig.

Noen andre deler av fabrikken er også så skadd at vi er usikre på stabiliteten. Det er bl.a. satt opp gipsplomber som må overvåkes jevnlig. Disse bør integreres i en samlet plan for jevnlig overvåkning av kritiske områder. Så lenge skadene ikke viser rask utvikling, er det ikke nødvendig å prioritere tiltak.

I hovedsak ligger det til rette for fortsatt publikumsformidling gjennom hele anlegget, forutsatt at sikringstiltakene gjennomføres som planlagt og vedlikeholdsarbeidet utføres på anbefalt nivå. Det vil som i dag være soner som ikke er egnet for publikum, men guidede turer langs en fastsatt rute bør være mulig også i fremtiden.

Kunnskapsprosjektet har vært særlig rettet mot murverksnedbrytning, men forbedring av bevaringsforholdene for fabrikkinstallasjonene av jern og andre metaller er også essensielt. Verdien i anlegget er direkte knyttet til den velbevarte prosessen hvor de fleste rør og tanker fortsatt er på

plass. Det er neppe realistisk å senke luftfuktigheten til et nivå der en unngår kondens, og jern ikke ruster. Det er derfor nødvendig å starte rustbehandling av installasjonene snart.

Andre trusler - brann

Faren for en stor brann er den mest overhengende trusselen for Klevfos' bevaring. Prosjektet har bidratt til kunnskap som har gitt brannvesenet trygghet til igjen å benytte slukkevann, men for å redusere risikoen for brann med spredning på en tilfredsstillende måte, er det nødvendig å installere varslings- og slukkeanlegg. Dette arbeidet bør igangsettes parallelt med de andre sikringsarbeidene.

Hvor stor risikoen er for flomskader er ikke vurdert i prosjektet.

Andre muligheter - dokumentasjon

Delprosjekt 5 har bidratt til å samle og tilgjengeliggjøre gammel dokumentasjon av Klevfos samtidig som en presis status for anlegget slik det sto høsten 2020 er etablert i form av en laserscannet punktsky og en BIM-modell. Skannet har også dannet grunnlag for en presis grunnplan av hele anlegget, noe som ikke har foreligget tidligere. For å dokumentere og formidle resultatene fra Kunnskapsprosjektet er det laget en enkel 2D GIS-modell basert på disse grunnplanene. Denne er benyttet for å utarbeide temakart for tilstand o.a. slik som vist i foreliggende rapport, spesielt innen rapporteringen fra delprosjekt 1 og delprosjekt 4.

Dataene fra scannet kan ellers benyttes på ulike måter:

- Det kan nyttes som basis for utvikling av et enkelt FDV-system basert på GIS-modellen og/eller BIM-modellen.
- Produksjonsprosessen kan dokumenteres på detaljnivå og informasjonen legges inn i BIM-modellen
- Dataene kan også benyttes til å lage virtuelle vandringer gjennom hele fabrikk eller de delene som i perioder antagelig vil bli preget av vedlikeholdsarbeider og derfor stengt for publikum

Kostnader og organisasjon av bevaringsarbeid

Delprosjekt 4 gir en overordnet oversikt over den bygningsmessige tilstanden og en grov kostnadsberegning av de tiltakene vi anbefaler for å stabilisere murverket og andre bygningsdeler: *Klevfosløftet*. En istandsetting som tar høyde for de særlige utfordringene deler av fabrikkbygningen står overfor vil være en investering på i størrelsesorden 17,4 millioner 2021-kroner. Det anbefales å gjennomføre *Klevfosløftet* i løpet av den kommende 5-årsperioden.

For å opprettholde et så stort bygningskompleks over tid krever det en årlig håndverksinnsats på minimum 5 årsverk i tillegg til en tilstrekkelig post for materialer og innleid arbeidskraft. Det er behov for å bygge opp et håndverksmiljø med utførende fagfolk som kan holde bygninger og anlegg i hevd. Vi foreslår en stab på to murere, en tømmer, en fagmann på jern og en anleggsgartner. Det er størrelsen på vedlikeholdsstaben på det noe mindre anlegget på Kistefos.

Ved klimatisering vil det også oppstå en årlig energikostnad, anslått til 65 000 til 130 000 kw/h. Både ut fra økonomi og miljøperspektiv vil det være gunstig å benytte fallet fra dammen til å produsere egen energi i et minikraftverk. Et slikt kraftverk ville videreføre tradisjonen med de to turbinene som står i fabrikk og har dermed også et stort formidlingspotensial. Denne muligheten blir utredet videre i prosjektet «Grønn vekst».

2 Innledning og bakgrunn

Riksantikvaren og Innlandet fylkeskommune har finansiert Kunnskapsprosjektet, som i henhold til Anno Klevfos søknad om støtte, har følgende målsetning:

Formålet med prosjektet er å skape et helhetlig kunnskapsgrunnlag for å fatte gode beslutninger om framtidige grep for å bevare Klevfos, og å videreutvikle formidlingen i tråd med anleggets kulturminneverdi, tålegrense og bevarings- og opplevelsespotensial.

Dette kunnskapsgrunnlaget vil være avgjørende for å definere en realistisk og bærekraftig bevaringsstrategi for anlegget. Prosjektet vil være viktig for fredningssaken, men også for den videre utviklingen av industrimuseet. Det har stor betydning for å etablere en grad av forutsigbarhet i hva det vil kreve å ivareta Klevfos og fortsette å formidle anlegget i en situasjon der kulturminneverdiene trues av raskt forfall.

Problemstillingene er sammensatte med gjensidige avhengigheter, men forsøksvis vil vi dele prosjektets del 1 inn i følgende oppgaver:

- *Vurdering av bygningsdelenes tilstand, risiko og grad av hastverk for tiltak*
- *Vurdering av bygningsdelenes kulturminneverdi*
- *Dokumentasjonsstrategi*
- *Strategi for analyser, overvåkning og utprøving av tiltak for å bremse murverksnedbrytingen*
- *Naturvitenskapelige analyser og utprøving av tiltak i liten skala, samt utvikle prognoser for nedbrytningshastighet*
- *Prioritering av bygningsdeler ut fra en kost/nytte analyse hvor kostnad ved sikring/utbedring/gjenskaping vurderes opp mot nytten av tiltaket målt i kulturminneverdi og bruksverdi*
- *Sammenfatning av konklusjonene i punktene over i et kunnskapsgrunnlag som kan brukes i utformingen av en fredningssak og for utvikling av scenariene i prosjektets del 2.*

Prosjektplanen

Etter at søknaden om støtte til Kunnskapsprosjektet ble godkjent ble det utviklet en prosjektplan inndelt i 6 delprosjekter. Prosjektet var i utgangspunktet definert med en del 1 i 2020 for kunnskapsinnhenting og en del 2 i 2021 hvor de strategiske konklusjonene trekkes på grunnlag av innhentet kunnskap. Det ble siden konkludert med at kunnskapsinnhenting og strategiske vurderinger ble integrert i ett prosjekt som til gjengjeld ble forlenget til desember 2021.

Delprosjekter

1. Begrensning av forvitring
2. Kartlegging og forbedring av forurensningssituasjonen i grunnen
3. Forbedring og overvåkning av statisk stabilitet
4. Identifisering og overvåkning av skader på overordnet nivå for hele anlegget
5. Dokumentasjon av anlegget
6. Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning

Leveranser fra Fabrica

- Grunnlag for anskaffelser ihht prioriteringene i denne planen
- Oppfølging og kvalitetssikring av eksterne leveranser (DP 2 og 5)
- Samlet vurdering og tilrådning tiltak mot nedbrytning murverk (DP 1)
- Samlet vurdering og tilrådning stabilitet (DP 3)
- Samlet vurdering og tilrådning av overordnet tilstand og videre overvåkning (DP 4)
- Samlet vurdering og tilrådning anleggets kulturminneverdier (DP 6)
- Fagseminar med Klevfos som case

Prosjektets avgrensning

Brannsikkerhet ble ikke prioritert som et eget delprosjekt, selv om det er et aspekt som er relevant i flere av de andre delprosjektene. Det skyldes både at det er gjort en del på brannprosjektering og behovet for å konsentrere innsatsen om de mest kritiske områdene. Det foreligger en brannteknisk kartlegging fra Norconsult utført i 2017 som peker på en rekke tiltak for å sikre bygningsmasse og bruken som museum. Siden har det vært arbeidet med slukkestrategier i samarbeid med det lokale brannvesenet. Tiltak for å bedre stabilitet og begrense forvitring av murverk må evalueres med hensyn på hvordan det ivaretar brannsikkerhet. Eventuell forsterket bæring av tak må f.eks. også bidra til bedret brannmotstand.

Vannets veier ble ikke prioritert som et eget delprosjekt i Kunnskapsprosjektet. Det ble imidlertid tidlig klart at kontroll på vann inn i anlegget og oversikt over styrt og ikke ønsket vann inn gjennom grunnen er en sentral forutsetning for vellykket arbeid med teglmurer og installasjoner. Siden prosjektet ikke inngikk i Fabricas arbeidsplan, og det uansett er de lokale museumshåndverkerne som har best oversikt over situasjonen, ble det besluttet at dette arbeidet primært skulle utføres av Klevfos' medarbeidere. De første resultatene foreligger og det tas sikte på å skaffe en best mulig oversikt i løpet av vinteren 2021-22 for oppstart av tiltak våren 2022.

En skjøtelsesplan for anlegget som estimerer det langsiktige ressursbehovet for å holde anlegget oppe og i god stand er helt nødvendig for å prioritere og holde oversikten over løpende vedlikeholdsbehov. Anlegget står overfor massiv saltforvitring, men også mer normal salt- og frostforvitring, uheldig materialbruk (tegl, mørtel, betong), fuktig innelima, fukt og lekkasjer, opprusting av stål og vesentlige problemer med statisk stabilitet. Utarbeidelse av en skjøtelsesplan inngår likevel ikke i Kunnskapsprosjektet siden ressursene er begrensede og dette er en generell problemstilling for store og komplekse bygningsanlegg. Konklusjonen vil likevel peke ut noen hovedsatsninger på kort og lang sikt.

Prosjektorganisering

Styringsgruppe

Stig P. Hoseth, Anno Skogbruksmuseet

Jarl Holstad, Anno Klevfos (fra september 2020)

Morten Stige, Fabrica, sekretær

Arbeidsgruppe

Morten Stige, Fabrica, prosjektleder

Per Storemyr og Vegard Røhme, Fabrica

Morten Hjarnø, Anno Klevfos, (til september 2020)

Jarl Holstad, Anno Klevfos, (fra september 2020)

Arild Teppen, Anno Klevfos, (fra april 2021)

Anders Nordbakken, Anno Klevfos, (fra februar 2021)

Ida Kristine Teien, Anno Skogbruksmuseet

Daglig arbeidsfordeling

Daglig drift og vedlikehold har vært ivaretatt av Anno Klevfos Industrimuseum, og Fabricas hovedoppdrag har vært å lage et kunnskapsgrunnlag og en bevaringsstrategi, samt styre delprosjektene så langt det har vært hensiktsmessig.

Ressursbruk

Fabrica leverte 840 timer i Kunnskapsprosjektets del 1 i løpet av 2020. For å kunne følge anlegget i et fullt år ble prosjektperioden utvidet frem til 1. oktober 2021 med leveranse av rapport innen 1. desember 2021. Fabricas samlede innsats i 2021 er budsjettert til 960 timer. Det gir en samlet innsats på 1 800 timer i Kunnskapsprosjektet. Gjennomføringen er basert på en innsats på 1250 timer fra Annos medarbeidere i samme periode.

Tidsbruk 2020	Tidsbudsjett 2021	Total tidsbruk Fabrica
840	960	1 800

I tillegg kommer anskaffelser med egen finansiering:

- Pussanalyser, Seir Materialanalyse AS,
- Forurenset grunn, Sweco og Golder
- Sikringstiltak varpe og silkar, Sweco
- 3D scanning, Terratec

Bygningshistorie – utviklingen av anleggets bygningsmasse

Historien til Klevfos cellulosefabrikk handler om en kontinuerlig utvikling fra etableringen i 1888 til produksjonen opphørte i 1976 og videre gjennom museumsperioden fra reparasjonsarbeidene startet tidlig på 1980-tallet til i dag. Utviklingen av selve produksjonsprosessen er det redegjort kort for i den vedlagte rapporten for DP 1. Selve bygningshistorien blir presentert i dette avsnittet i form av bevarte kart, tegninger og fotografier. Materialet er fragmentarisk og det har ikke alltid latt seg gjøre å datere de større endringene i anlegget, men utviklingen har vi relativ god oversikt over. Det følgende materialet er presentert kronologisk.

Et knekkpunkt i utviklingen var en omfattende brann i november 1909. Da brant bygningene i papirlinja for en stor del opp og utløste en hektisk gjenoppbygging i tegl frem mot gjenåpning i 1911. Luthuset og Fyrhuset var bygget i tegl før brannen og overlevde denne. Trolig ble heller ikke Sodahuset brannskadd, men også det ble gjenoppbygget i tegl i tiden rundt brannen.

Produksjonen av cellulose opphørte i 1972 så de siste fire årene var det en ren papirfabrikk med en bemanning på bare 18 personer.

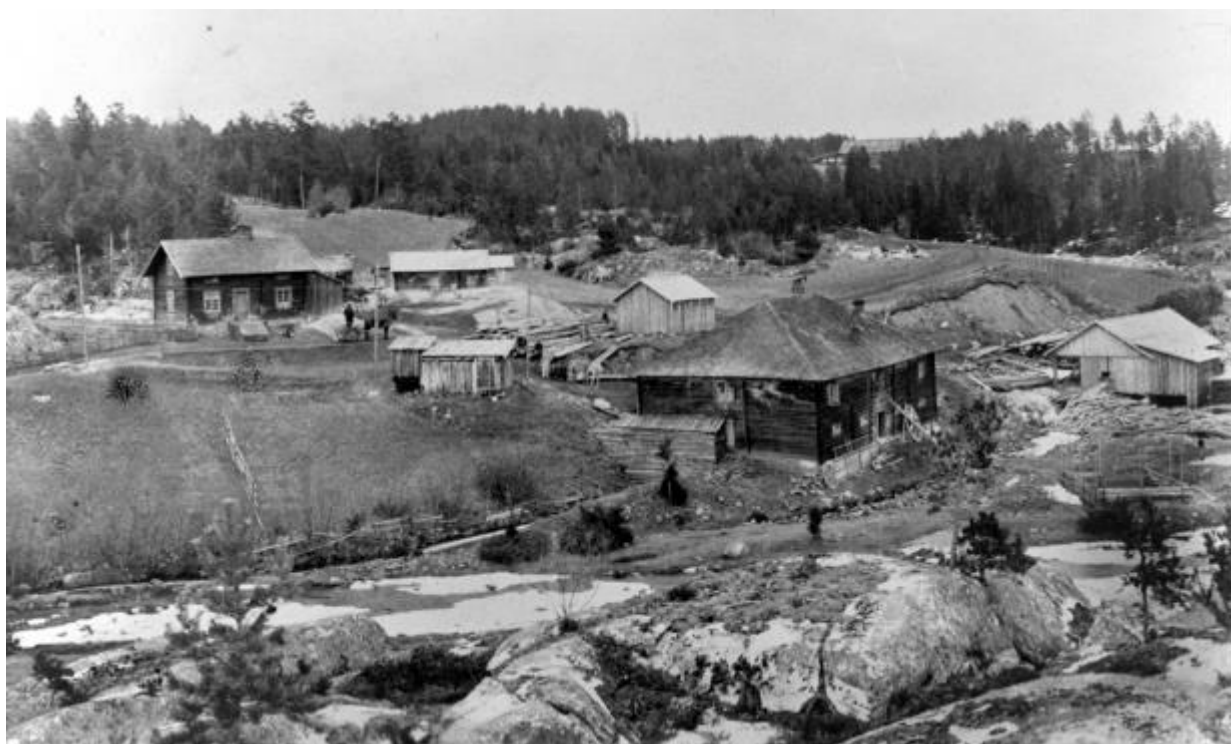


Fig. 1. Klevfos før fabrikketableringen i 1888. Saga til høyre i bildet overlevde inn i fabrikktiden, mens mølla i den store tømmerbygningen lå omtrent der hvor Silhuset ble oppført (jf. Fig.12). Foto: Anno museum. For bildet i høy oppløsning bruk: <https://digitaltmuseum.no/011012977729/klevfoss-adalsbruk-loten-gammelhuset-kvern-og-sagbruk-solgt-i-1888-til/media?slide=0>

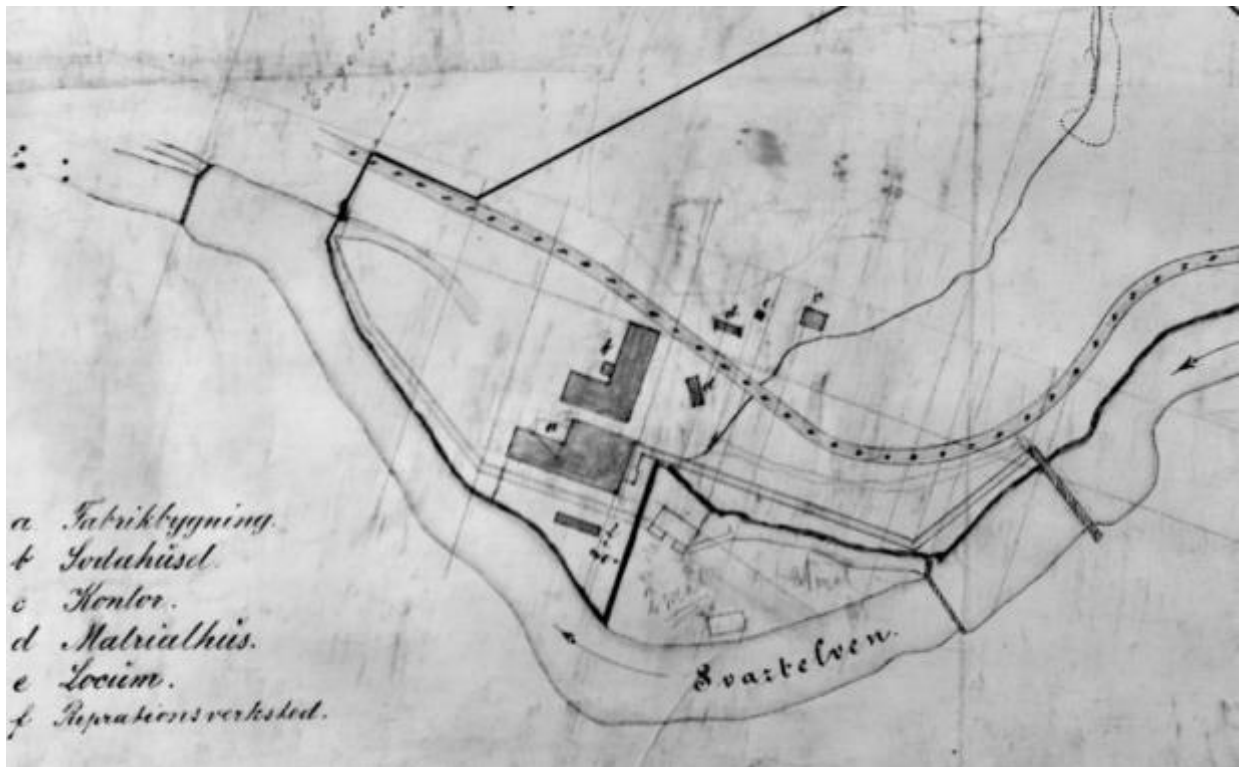


Fig. 2. Kart med planen til det eldste fabrikanlegget som ble påbegynt i 1888. Celluloseproduksjonen og lutgjenvinningen er i adskilte bygninger. Foto: Anno museum

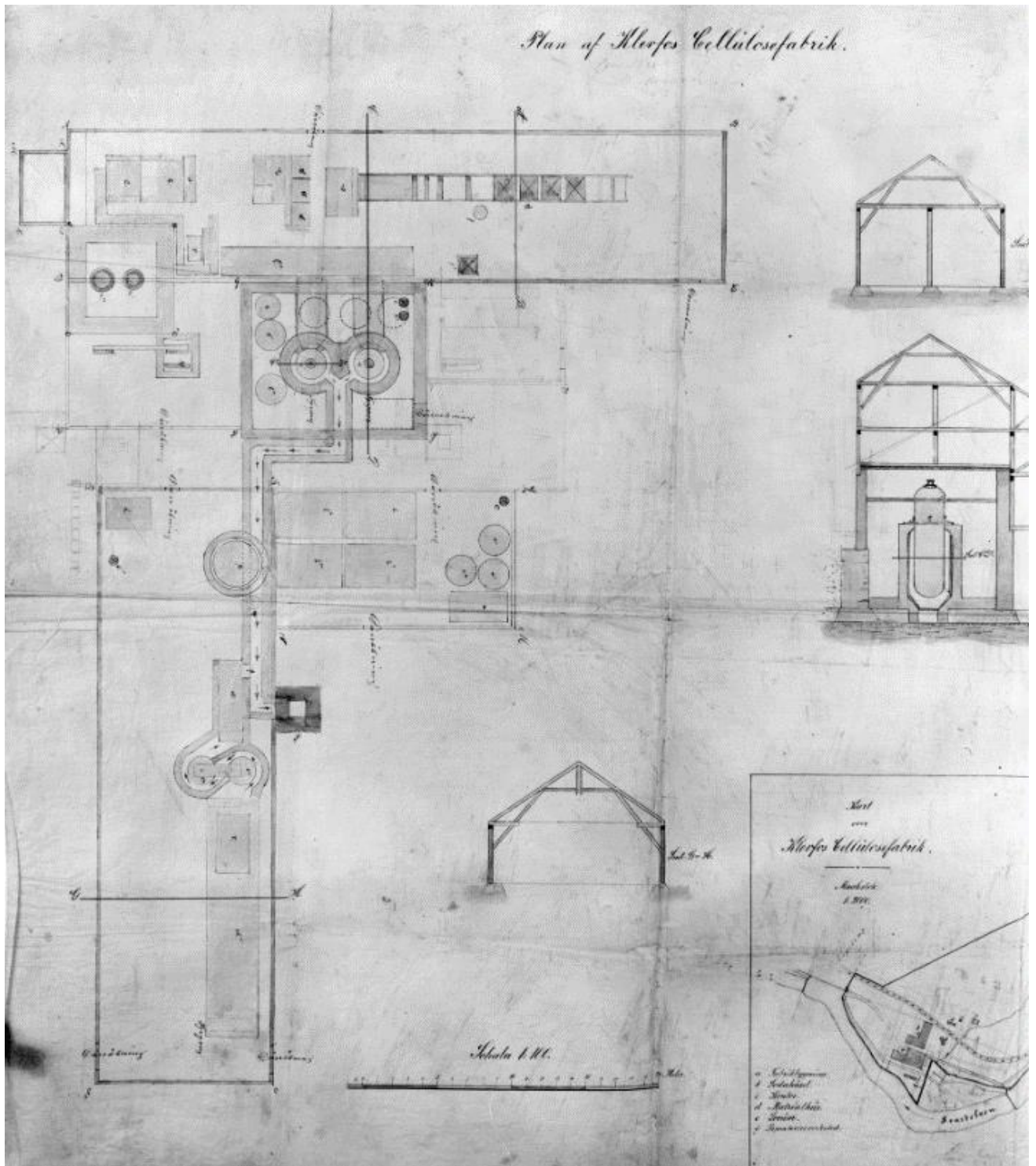


Fig.3. Plantegning over det eldste fabrikanlegget som ble påbegynt i 1888. Bygningskonstruksjonene var i all hovedsak av tre. Foto: Anno museum



Fig 4. Anlegget i perioden 1895-1905. Den åpne bygningen foran selve fabrikkens er trolig den ene saga som sto her før cellulosefabrikken ble anlagt. (jf Fig. 1, 2 og 12) Foto: Anno museum



Fig. 5. Bakgrunnen i bildet er Sodahuset slik det sto i 1898. Foto: Væring, Olaf Martin Peder/Anno museum



Fig. 6. Anlegget i perioden 1895-1905. Sodahuset i samme skikkelse, men sett fra den andre siden. Sodahuset er tilbygget på langsiden siden fig. 4. Foto: Anno museum

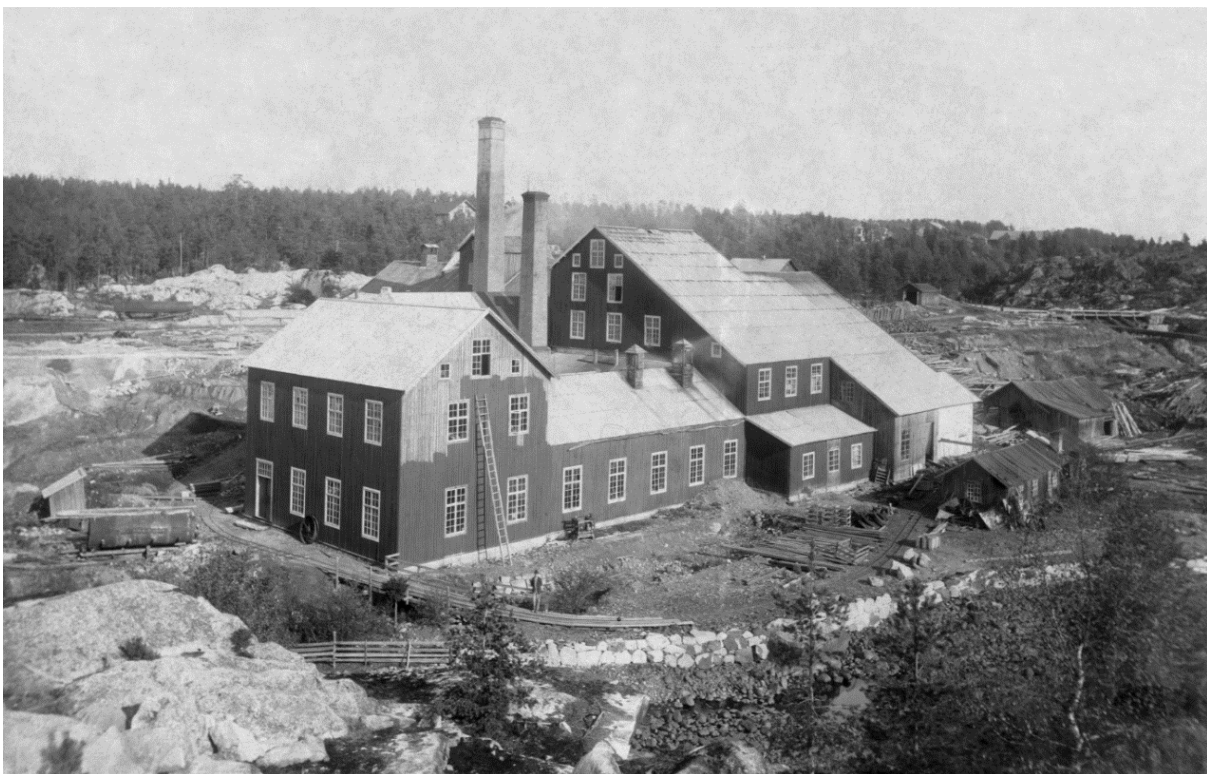


Fig. 7. Anlegget i 1899-1905. Et tilbygg til Papirmaskinhallen er nybygget og blir malt. Foto: Anno museum



Fig. 8. Anlegget 1899-1905. Foto: Anno museum



Fig. 9. Anlegget i perioden 1899-1905. Luthuset er bygget opp i tegl med en pusset gavl. Nordmuren er senere trolig fornyet. Foto: Anno museum



Fig. 10. Anlegget i perioden 1899-1905, men noe senere enn forrige bilde. Det er bygget en skut til det høye bygget i enden av papirlinja (til høyre). Foto: Anno museum

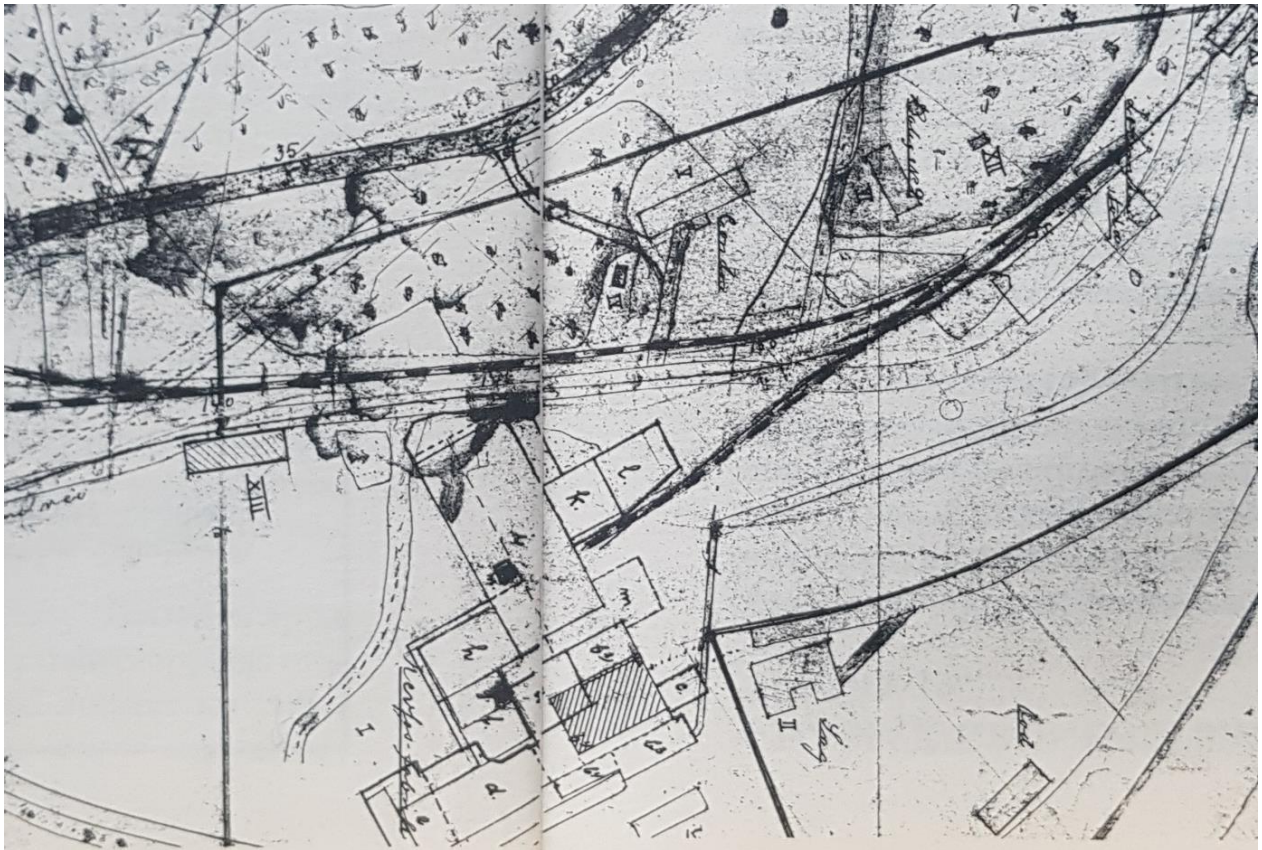


Fig. 12. Utsnitt av eiendomskart over Klevfos etter 1899. Kartet angir utvidelsen av fabrikkens eiendom og kan se ut til å være basert på et gammelt kart som også viser sagbygningene som stod der før fabrikkens. Den ene overlevde inn i fabrikktiden og er omtalt som «sag», mens den store møllebygningen kan være den skraverte grunnplanene inne i fabrikkens. Den ligger like ved stedet hvor turbinene ble bygget. Mølle og turbiner lå begge så lavt som mulig for å få maksimal fallhøyde. (sammenlikn fig. 1) Fabrikkens er imidlertid oppdatert med formen på Sodahuset som først kom etter 1900. Kilde: Klev 94.



Klevfos før fabrikketableringen. Mølla i det store tømmerbygget er trolig vist med skravur på kartet over. Foto: Anno museum

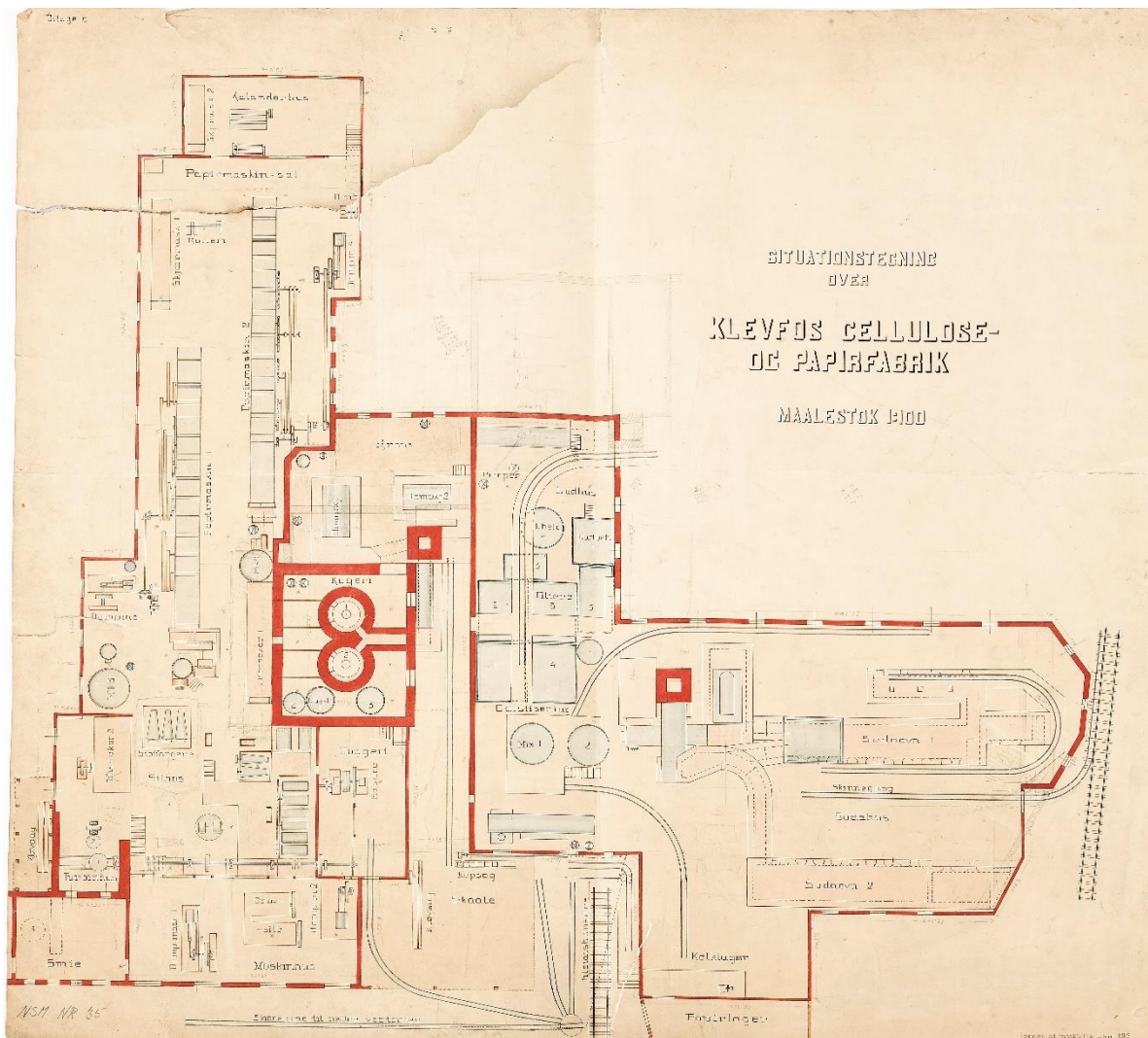


Fig. 13. Plantegning 1905. Papirlinja er bygget på med skuten i enden, men Fyrhuset er ennå ikke bygget til Luthuset. Tegningen viser Sodahuset med murvegger på to sider. Kan det være en plan som ble utført senere? Alle foto før brannen viser Sodahuset med en enkel gavlvegg. Maskiningeniør E. Torp. Foto: Anno museum



Fig. 14. Anlegget i perioden 1905-1909. Fyrhuspipa er reist, men røyken er trolig fra retusjeringen siden selve Fyrhuset ikke var bygget ennå. Foto: Anno museum

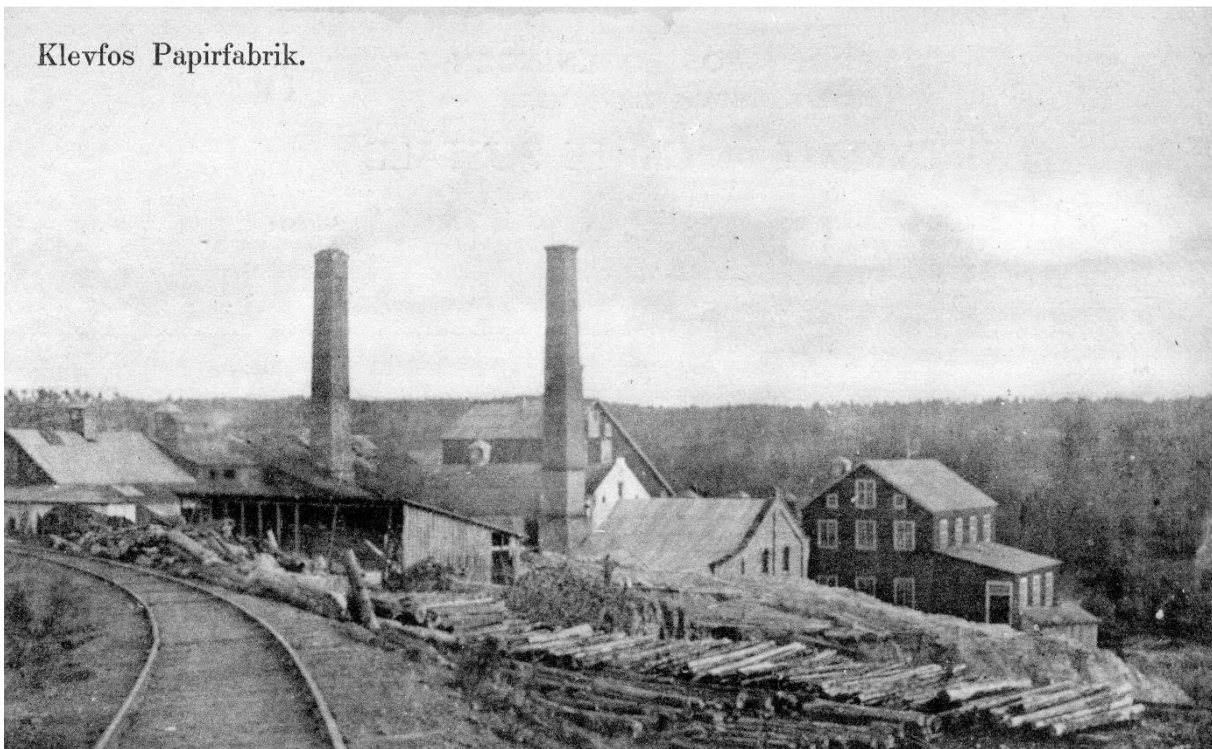


Fig. 15. Anlegget 1905-1909. Fyrhuset er reist. Foto: Anno museum

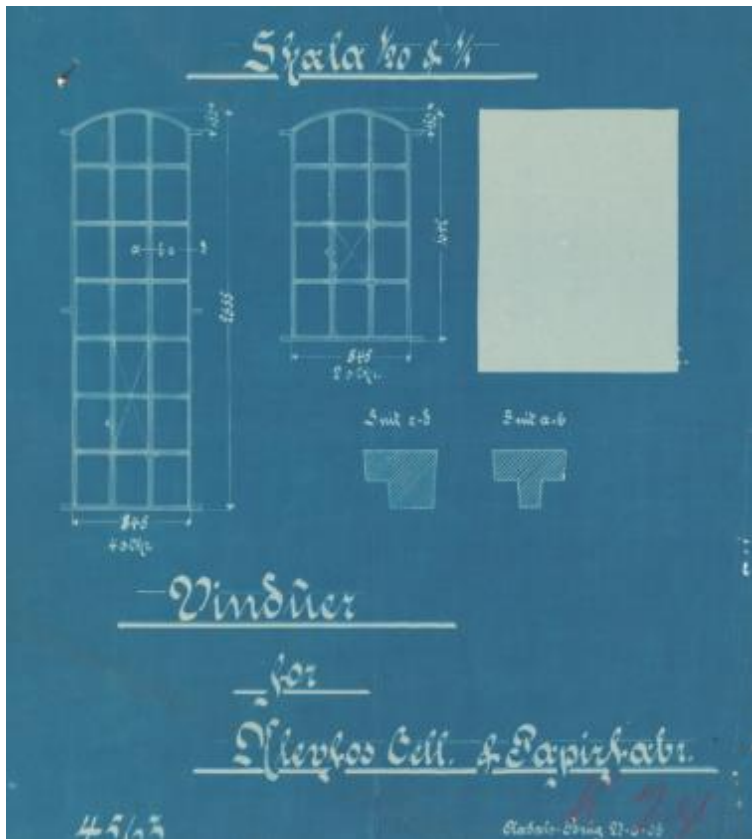


Fig. 16. Vindustegninger fra Aadals bruk 27.06.1908 viser vindusformater som er brukt i Fyrhuset og kan angi en nærmere datering av dette. Foto: Anno museum

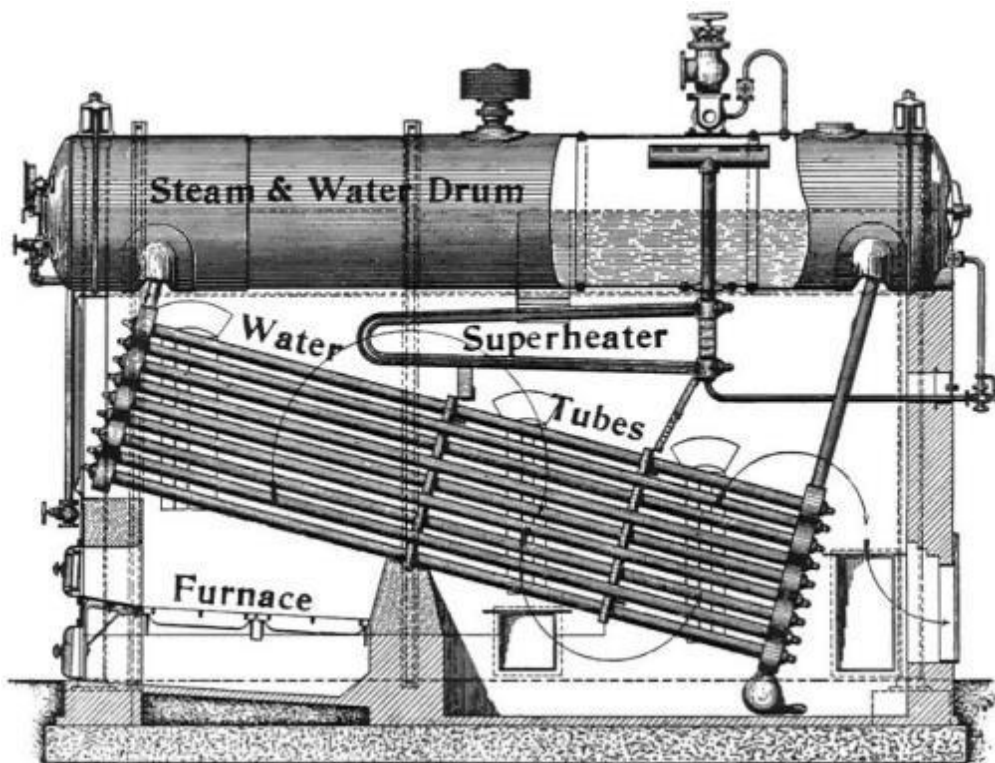


Fig. 17. Prinsipp tegning fyrkjele av samme type som i Fyrhuset designet av Babcock and Wilcox 1913. Produsert på lisens av Thunes mekaniske verksted, Oslo. Først kullfyrt og siden ombygd til oljefyring. Foto: Wikipedia



Fig. 18. Brannruinen 14.11.1909. Fyrhuset, Luthuset og de tre høye skorsteinene står mens papirlinja er helt utbrent. Ifølge den offisielle innberetningen om brannen var Sodahuset også helt uskadet. Foto: Anno museum

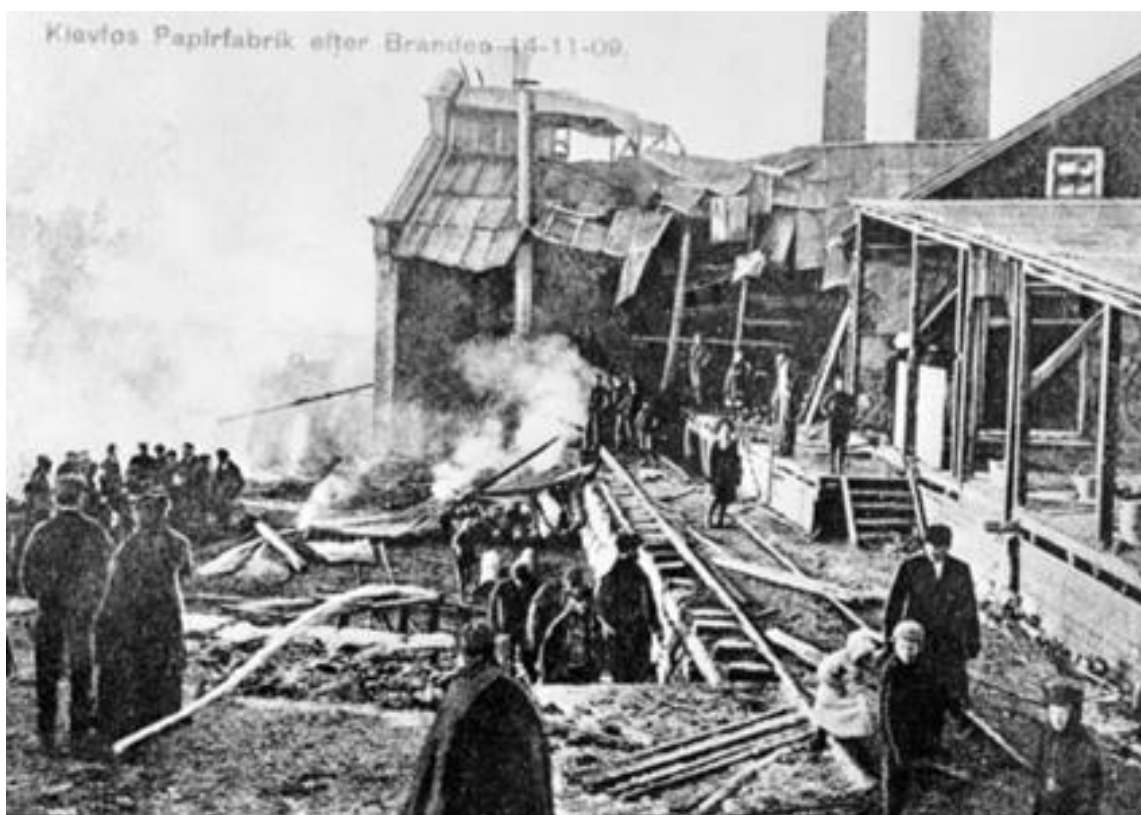


Fig. 19. Brannruinen 14.11.1909. Murgavlen i bildet er fra mikseriet og viser at den var bygget opp i tegl før brannen, kanskje sammen med Sodahusets teglvegger slik som vi ser det på plantegningen fra 1905 (Fig. 13). Mikseriet har ikke teglvegg mot øst ennå. Foto: Anno museum



Fig. 20. Anlegget slik de sto ferdig gjenoppbygget etter brannen da driften ble tatt opp igjen i 1911.
Foto: Normann/Anno museum



Fig. 20B. Detalj av fig. 20 som viser situasjonen ved hoggeriet slik den var fra 1911. Foto:
Normann/Anno museum



Fig. 21. Anlegget slik det sto fra 1911. Tømmerrenne (vedrenne) fra dammen mot fabrikken. Foto: Normann/Anno museum



Fig. 22. Anlegget fotografert 1911-15 ifølge fotobasen. Foto: Anno museum

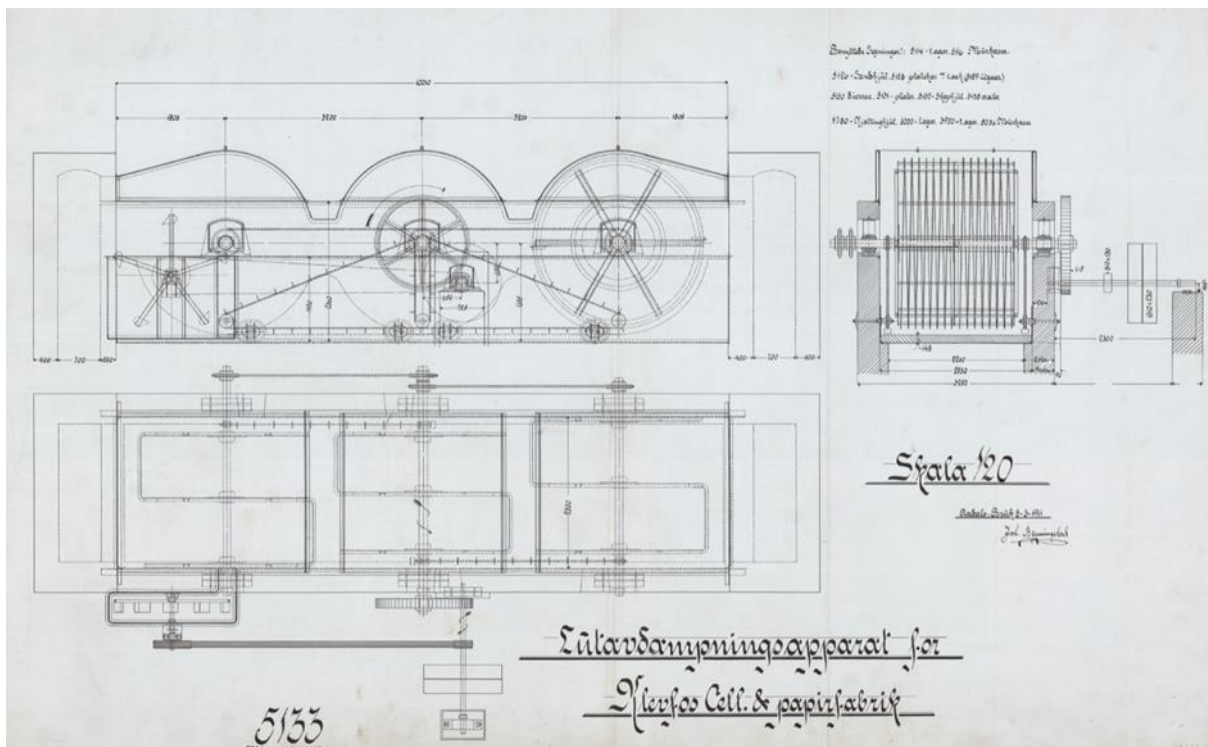


Fig. 23. Varpa i Sodahuset slik den ble modernisert i mars 1911. Foto: Anno museum



Fig. 24. Flyfoto som henger på Skjærdal. Trolig frå 1940- eller 50-tall. Foto: Anno museum



Fig. 24B. Flyfoto som henger på Skjærdal. Mange skur og tilbygg rundt de murte fabrikkbygningene.
Foto: Anno museum



Fig. 25. Flyfoto 1951. Foto: Opplysningen 1881



Fig. 26. Anlegget etter 1955. Foto: Normann/Anno museum

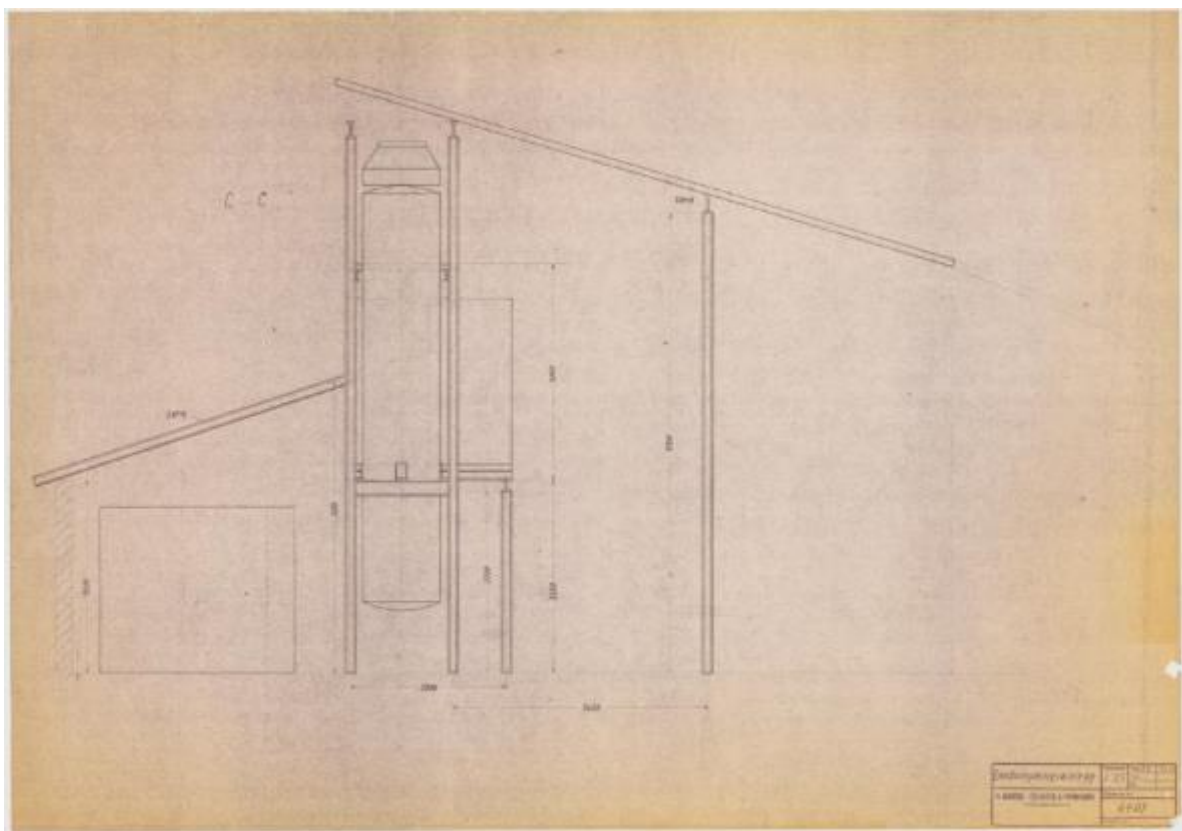


Fig. 27. Tegning av sodainndampningsanlegget 19.07.1955 daterer antagelig bygningens utforming slik den står i dag. Merk at den øverste delen av taket er snudd slik at damputslippet kommer på motsatt side. Foto: Anno museum



Fig. 28. Flyfoto 1956. Foto: Opplysningen 1881



Fig. 28B. Detalj flyfoto 1956. Foto: Opplysningen 1881



Fig. 29. Flyfoto 1968. Hoggeriet er etablert i eget bygg. Foto: Opplysningen 1881

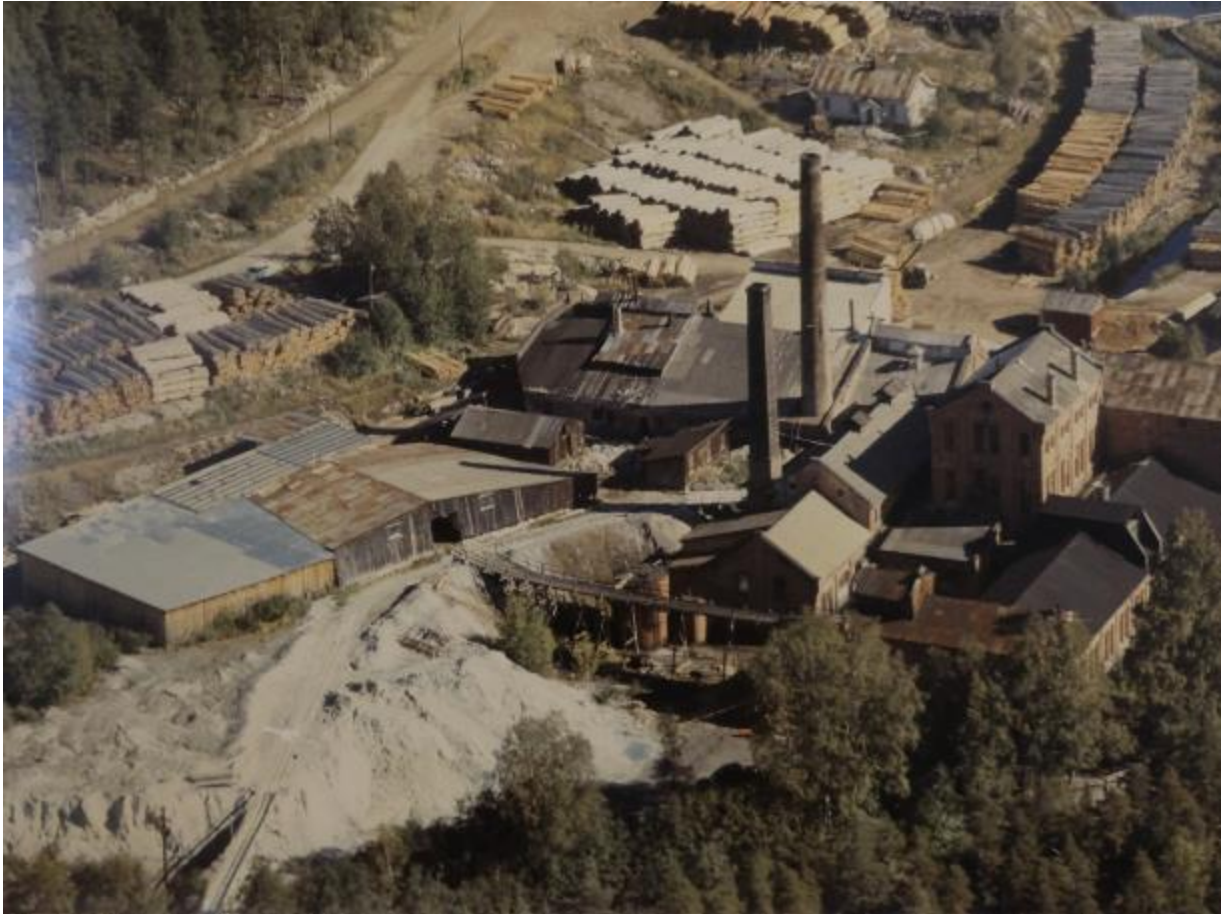


Fig. 30. Anlegget på 1970-tallet. Flyfoto som henger på Skjærdal. Foto: Anno museum



Fig. 30B. Anlegget på 1970-tallet. Dette er et av få fotografier vi har av det nye hoggeriet. Flyfoto som henger på Skjærdal. Foto: Anno museum



Fig. 30C. Anlegget på 1970-tallet. De nå revne treskurene dominerte omgivelsene. Flyfoto som henger på Skjærdal. Foto: Anno museum



Fig. 31. Anlegget 2021.



Fig. 32. Anlegget 2021.

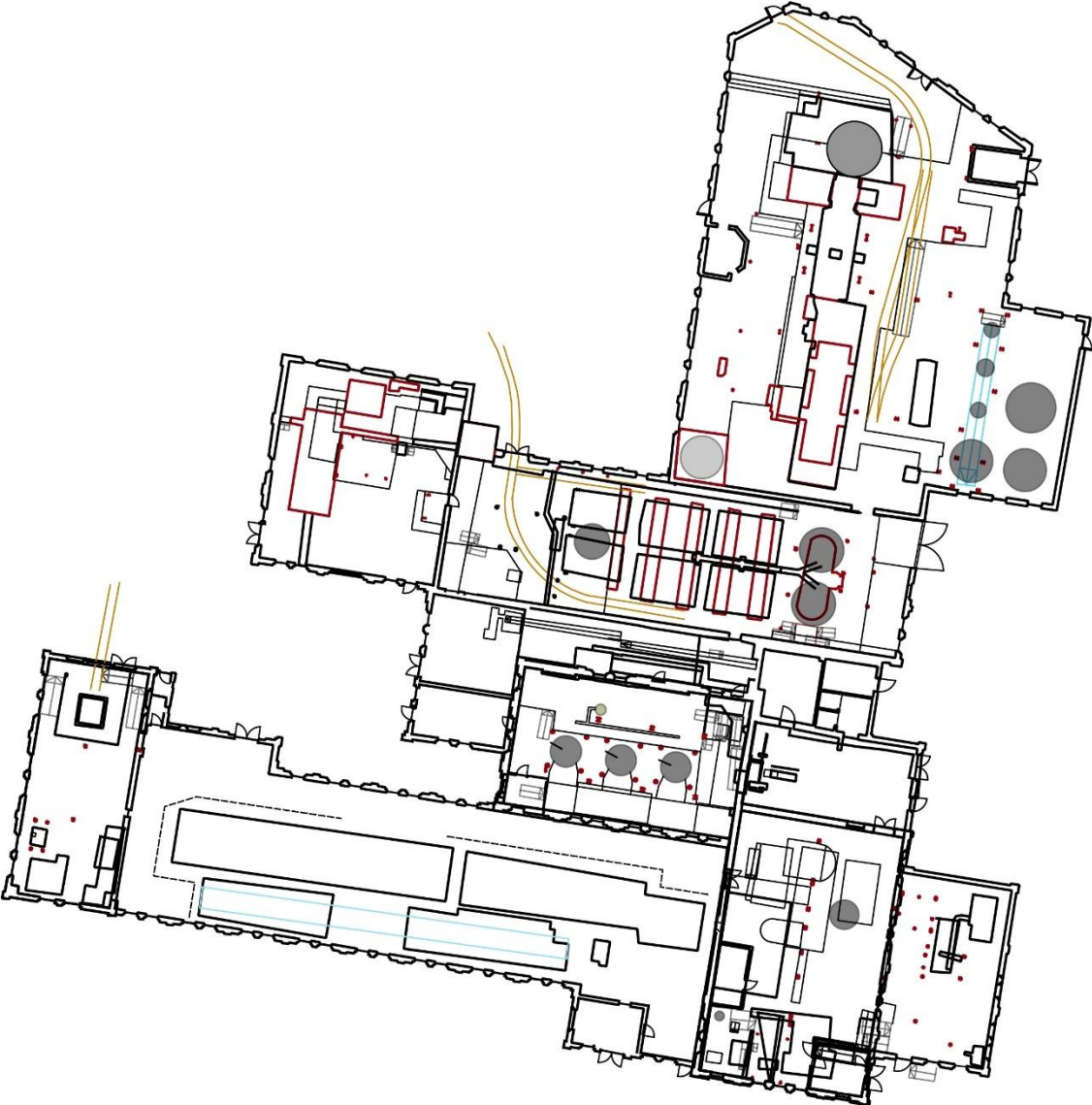


Fig. 33. Grunnplan av anlegget 2021. Fabrica/Terratec

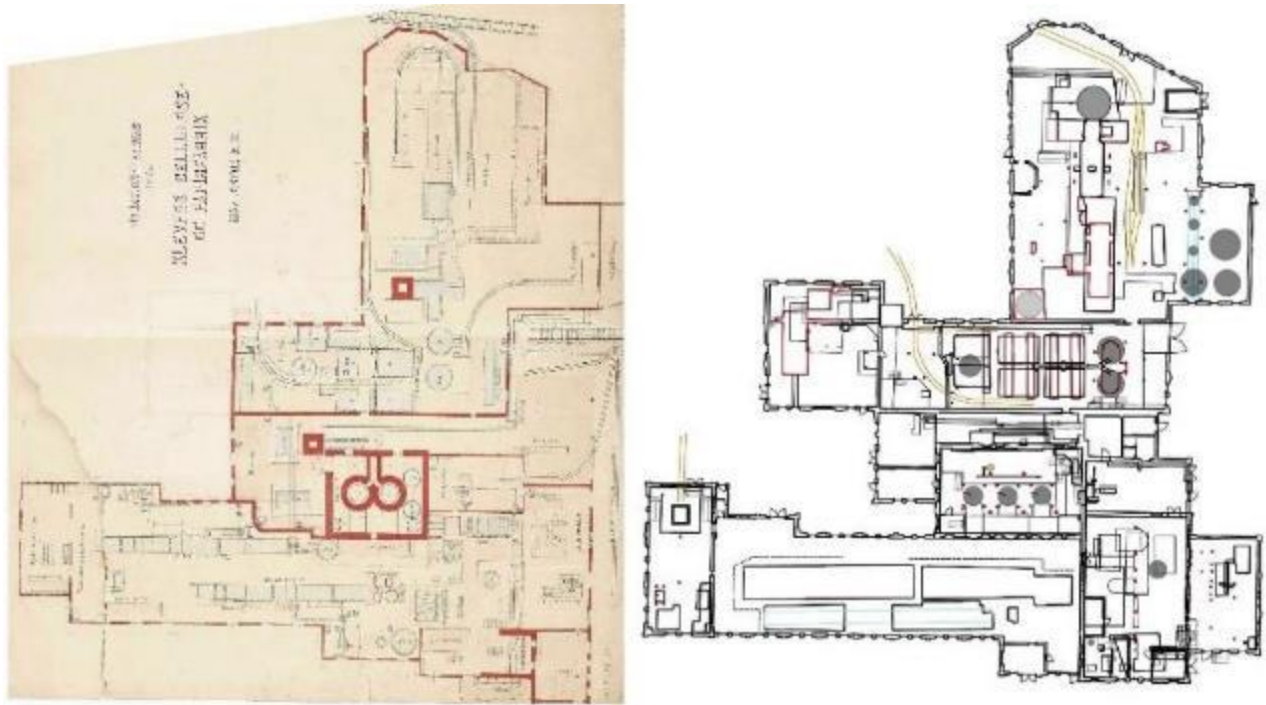


Fig 34. Plantegningen fra 1905 ved siden av den nye plantegningen av anlegget i dag. Hovedformen er den samme og flere bygningsdeler er bevart. Hovedtrinnene i prosessen er de samme, men så godt som alt maskineri og utstyr er fornyet.

Tidligere kunnskapsinnhenting

I forkant av Kunnskapsprosjektet er det gjennomført en rekke avgrensede prosjekter og vurderinger av tilstand og tiltak som har samlet verdifull kunnskap om anlegget. Grunnlaget for Kunnskapsprosjektet har vært å skaffe oversikt over denne kunnskapen og bringer videre de mest verdifulle funn og vurderinger.

Det kontinuerlig arbeidet med istandsetting begynte allerede ca. 1980 og ble rapportert årlig i Klev fra 1983. Eksterne tilstandsanalyser med rapportering startet på 1990-tallet. Når det gjelder spørsmålet om statisk stabilitet har vi hvilt tungt på Asplan Viaks siste grundige tilstandsanalyse som ble gjennomført i 2014. *Notat om fabrikkbygningenes tilstand (Anno 2019)* var den dirkede foranledningen for Kunnskapsprosjektet og har utgjort en verdifull kunnskapsbase. Notatet inneholder også en litteraturoversikt og et vedlegg med mottatte rapporter som går ut over litteraturoversikten i denne rapporten.

En presentasjon og drøfting av de tidligere tilstandsanalyserne er presentert i kapitlet om DP 4. En samlet presentasjon av rapporter og litteratur som har vært benyttet i prosjektet finnes i en kommentert bibliografi helt til slutt i rapporten.

3 Delprosjektene

Bevaringssituasjonen på Klevfos er sammensatt og det er betydelige avhengigheter mellom flere problemområder. Mange sammenhenger er kjente og allmenne fra denne type anlegg, men i tillegg er det noen særlige utfordringer ved Klevfos hvor årsakssammenhengene mellom ulike faktorer som fører til nedbrytning av bygningsmassen ikke er godt kartlagt og forstått.

De utredninger og tiltak som er gjort på anlegget i løpet av de senere år har vært fordelt på mange akutte innsatsområder og har kartlagt at følgende momenter må ivaretas; de utgjør delprosjektene i Kunnskapsprosjektet:

1. Begrensning av forvitring
2. Kartlegging og forbedring av forurensningssituasjonen i grunnen
3. Forbedring av statisk stabilitet
4. Vurdering av skader på overordnet nivå for hele anlegget
5. Dokumentasjon av anlegget
6. Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning

Delprosjekt 1: Begrensning av forvitring



Den østre sodaovnen. Før nedleggelsen i 1976 (Foto: Anno) og sterkt saltforvitret i dag.

Målsetningene med DP1 har vært å forstå den massive murverksforvitringen i fabrikken, spesielt knyttet til salter, samt å foreslå bevaringstiltak for å begrense forvitringen. Arbeidet har inkludert overvåking av mange prøvefelt for bevaringstiltak etablert i 2020. Samlet er dette et så omfattende felt at en egen, detaljert fagrapport er utarbeidet.

Arbeidet hatt god nytte av tidligere tilstandsvurderinger, spesielt *Notat om fabrikkbygningens tilstand*, utarbeidet av Hjarnø, Teien og Gunnestad i 2019. Litteraturhenvisninger finnes i fagrapporten. To svært viktige kilder for å forstå sulfatprosessen i fabrikken er Einar Mathiesens *Sulfatcellulose og Kraftpapir* (1954) og utskrift fra intervju med Sigurd Tomter av Ulf Skjoldhammer (1986). Tomter arbeidet lenge i fabrikken og kjente den i detalj. Forståelse av prosessen er en forutsetning for å forstå forvitring i dag og dermed bevaringsmuligheter.

Arbeidet har også hatt nytte av internasjonal ekspertise på saltforvitring. Christine Bläuer (Bläuer Conservation Science, Sveits) deltok på et nasjonalt seminar om saltforvitring på Klevfos i regi av Kunnskapsprosjektet i august 2021. Hun bidro i etterkant ved felles studier og teoretiske betraktninger for å forstå deler av saltforvitringen. Hennes rapport finnes som vedlegg til fagrapporten.

Under følger et utvidet sammendrag av viktige funn og anbefalinger.

Undersøkellesmetoder

Følgende metoder har blitt benyttet:

Forståelse av saltforvitring:

- Kartlegging av saltforvitringens omfang og intensitet («skadelighet»).
- Analyse av 40-50 saltprøver fra fabrikken.
- Kartlegging av kilder til salt, inkl. forståelse av alle deler av sulfatprosessen, samt relevante deler av fabrikkhistorien/bygningshistorien.
- Foreløpig kartlegging av fukt: grunnforhold, drenering, overflatevann og lekkasjer i relasjon til saltforvitring (videreføres i nytt delprosjekt «Vannets veier» i regi av Anno).
- Kartlegging/overvåking av inneklima i relasjon til saltforvitring.

- Vurdering av frost og bruk av sementholdige fuger og betongstøp som forvitningsårsaker i fabrikk.

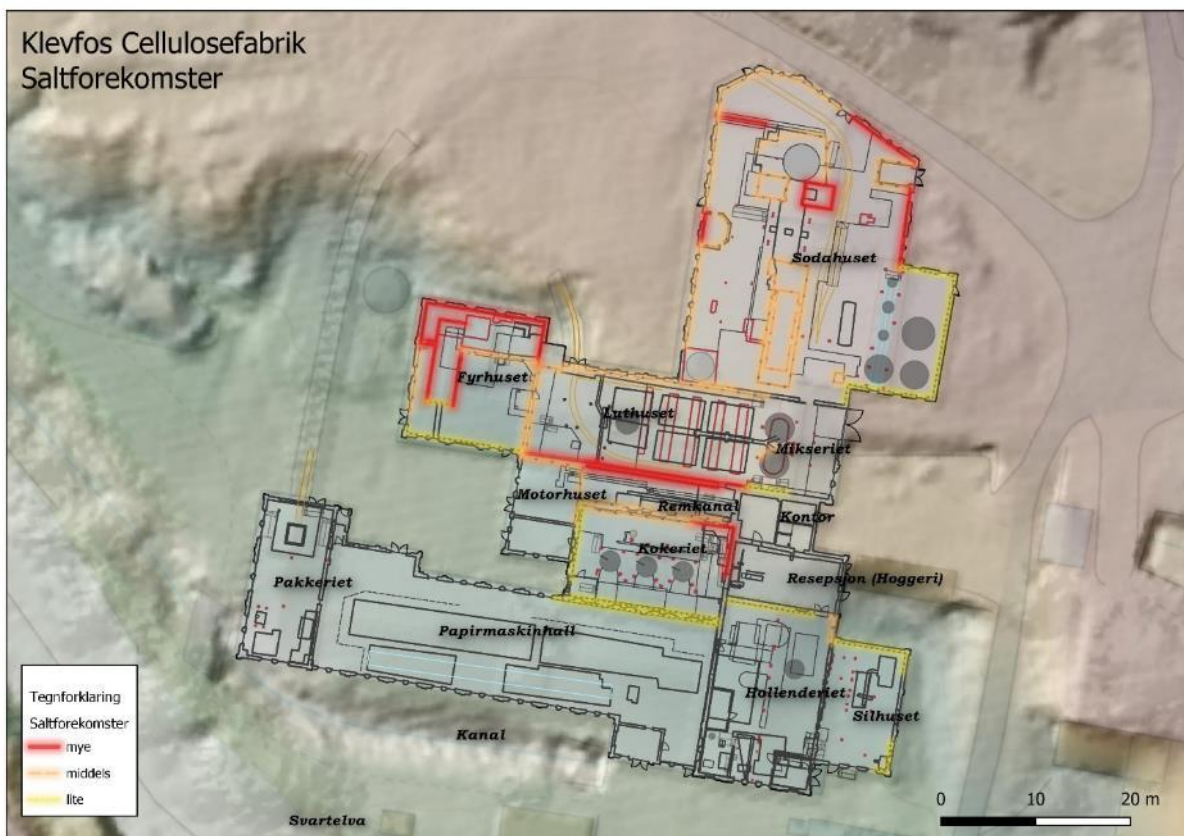
Testfelter:

- Oppsetting og overvåking av mindre prøvefelter for testing av bevaringsmetoder (klimatisering, offerpuss, saltkonvertering).
- Oppsetting av store prøvefelter for ytterligere testing av offerpuss.

Samlet gir undersøkelsene gode holdepunkter for å foreslå bevaringsløsninger for fabrikk.

Salttyper og omfang av saltforvitring

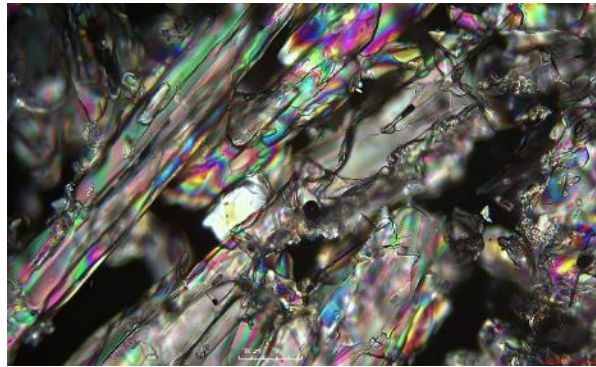
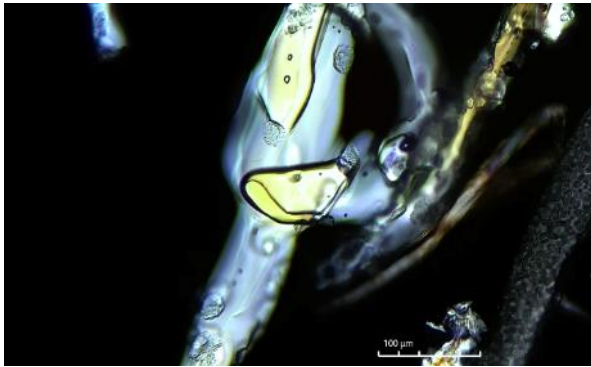
Saltforvitringen er klart mest omfattende og skadelig i de deler av fabrikk som hører til gjenvinningsanlegget for kokelut (Sodahuset og Luthuset, med Mikseriet). Men det er også massiv forvitring i tilstøtende bygningsdeler, spesielt i Fyrhuset og deler av Kokeriet. Det handler om saltmengder som ikke er å se i andre kulturminner i Norge. I deler av Silhuset, Hollenderiet og Papirmaskinhallen er det også mye salt, om en sammenligner med andre bygninger påvirket av salt, men i Klevfos-sammenheng er det relativt lite. Selv om det er mye salt i fabrikk, er det viktig å holde fast ved at de fysiske og kjemiske prosessene som gir skader er de samme som i bygninger med mye mindre salt. Det er på grunn av mengdene en får store skader på Klevfos.



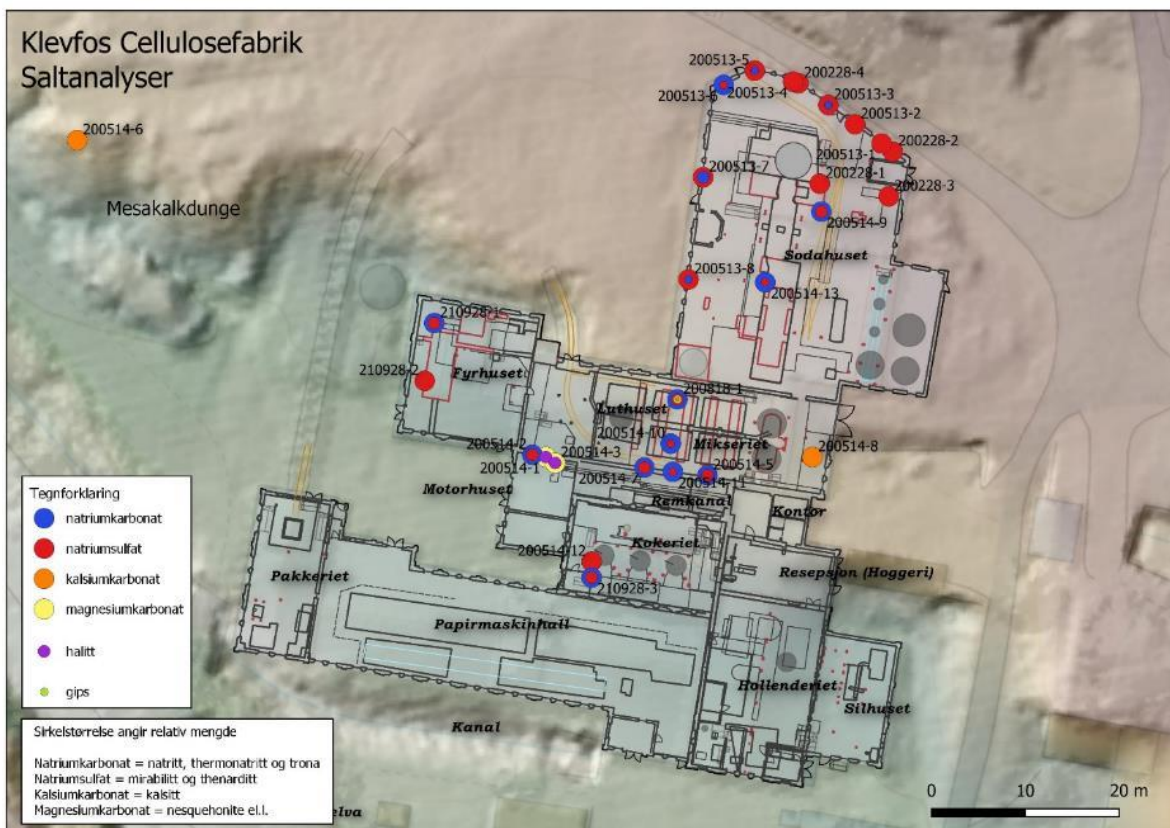
Oversikt over de viktigste saltforekomstene i fabrikk. Bakgrunn: www.hoydedata.no.

Salttypene som er funnet er nesten uten unntak natriumsulfatene **mirabilitt** ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) og **thenarditt** (Na_2SO_4), samt de basiske natriumkarbonatene **natron** ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), **thermonatritt** ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) og **trona** ($\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Deres innbyrdes fordeling i fabrikk er relativt jevn, men med en overvekt av natriumsulfater i Sodahuset og natriumkarbonater i Luthuset.

Det er viktig å merke seg at natriumkarbonat ikke er stabilt ved tilstedeværelse av fritt sulfat. Karbonatet reagerer med sulfatet til natriumsulfat helt til sulfatet er oppbrukt. Ved overskudd sulfat blir det altså ikke noe natriumkarbonat igjen.



Mirabilitt i mikroskop med dobbelt polarisert lys Natron i mikroskop med dobbelt polarisert lys



Oversikt over et utvalg saltanalyser gjennomført. (Halitt og magnesiumkarbonat har sin opprinnelse i tidligere bevaringsforsøk med saltkonvertering, se senere i rapporten.) Bakgrunn: www.hoydedata.no

Saltforvitring inne og ute

Saltforvitringen foregår i de samme soner inne og ute, men den er – stort sett – mer dyptgående inne. Dette er fordi saltkonsentrasjonen langs gulv og vegger er høyere og fordi innklimaet (se under) gir saltene en større sjanse til å krystallisere over lang tid. Ute er luftfuktigheten mer vekslende og regn medfører at salt regelmessig blir vasket bort fra vegger. Både ute og inne kan frosten virke, men den er trolig av større betydning ute. Ute må en også ta hensyn til flere restaureringer utført med tett sementmørtel (se også under).



Massiv saltforvitring som spesielt angriper opprinnelige, kalkbaserte fuger. Inne i Sodahuset, NØ-vegg.



Massiv forvitring på Fyrhusets NV-hjørne. Salt er viktig her, men frost og tette sementfuger (KC 35/65) bidrar også. Dessuten blir fukten og saltet tvunget høyt opp i veggen av en betydelig påstøp med tett betong (i underkant av bildet). Videre gir takdrypp på hjørnet ekstra fuktbelastning. Legg forøvrig merke til at teglsteinene har ulik grad av forvitring. Dette skyldes nok vekslende kvalitet, spesielt knyttet til porøsitet og porestruktur.

Kilder til salt – sulfatprosessen

Det er hevet over tvil at sulfatprosessen, ved massekok og siling, og spesielt ved gjenvinning av kokeluta, er den altoverveiende kilden til salt i anlegget. Noe salt, av tilsvarende typer, men i helt underordnede mengder, kan også stamme fra bruk av sement og betong i restaureringsarbeider. På grunn av forurensning fra svovelholdige gasser er det også gips mange steder på murverket, dannet spesielt ved reaksjon mellom svoveldioksid og kalk i murverket.

Sulfatprosessen kom i bruk på Klevfos i 1904, 5 år før fabrikken brant og senere ble gjenoppbygget i 1911. Fra starten i 1888 til 1904 ble den såkalte **natronprosessen (natriumhydroksid, NaOH)** benyttet og fram til 1913 fant både fremstilling av cellulose og gjenvinning av kokeluta sted i et betydelig mer primitivt anlegg enn det som er bevart i dag. Kjemikalier fra tiden mellom 1888 og 1913 vil dermed ha funnet veien til grunnen i og omkring fabrikken. Av salter dreier det seg i første rekke om natriumkarbonat; de danner et «bakteppe» for den senere forurensningen.

I **sulfatprosessen** består kokeluta (**hvitlut**) for massekoket av de sterkt basiske bestanddelene **natriumhydroksid** (NaOH) og **natriumsulfid** (Na₂S). Disse er ikke stabile i luft, men vil ta opp CO₂ og danne basiske natriumkarbonater når de blir liggende i fabrikken. De vil danne de samme saltene som er funnet ved analysene gjengitt over. I praksis, under fuktige forhold, vil det også være stor tilstedeværelse av sulfat, altså salter – natriumsulfat – som funnet i analysene.

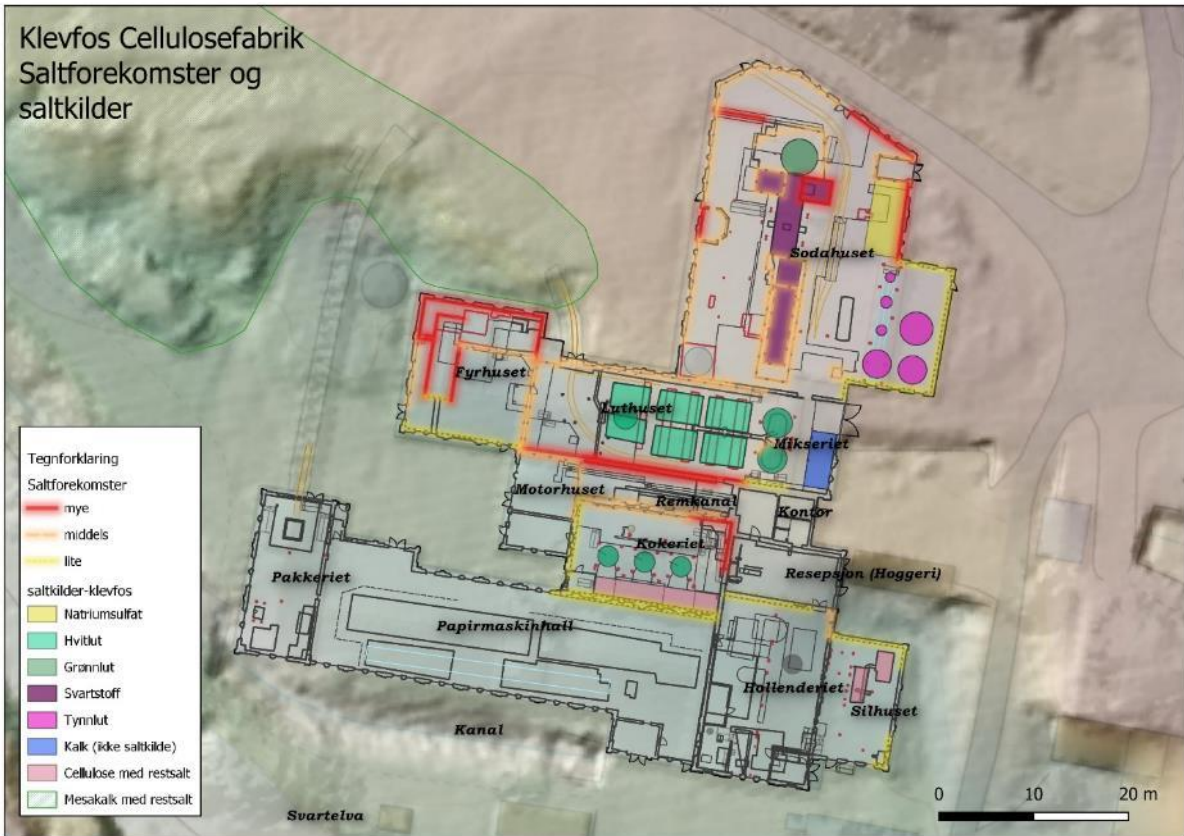
Cellulosemassen ble fordelt fra kokerne i den åpne massetroa i Kokeriet. Massen gikk så videre til Silhuset for rensing, dvs. fjerning av restkjemikalier (kokeluta) med vann. Deretter fortsatte prosessen til ferdig papir gjennom Hollenderiet og Papirmaskinhallen.

Ved gjenvinning av kokeluta ble den såkalte **svartluta**, kokelut sterkt forurenset av bestanddeler fra trevirket, tappet fra massekokerne og pumpet til vakuuminndampingsanlegget i Sodahuset. Når væskemengden var redusert nok, ble svartluta pumpet videre for ytterligere inndamping i Varpa, og deretter overført til roterovnen for tørking til **svartstoff**. Svartstoffet ble så fylt på sodaovnene for smelting. Siden det er stort tap av kjemikalier gjennom prosessen, ble store mengder **natriumsulfat** manuelt tilført ovnen sammen med svartstoffet. Natriumsulfat, som gir de samme saltene som nevnt over, ble kjøpt inn billig og lagret i sekker, senere i en stor, åpen haug (fjernet for få år siden) i det nordøstre hjørnet av Sodahuset.

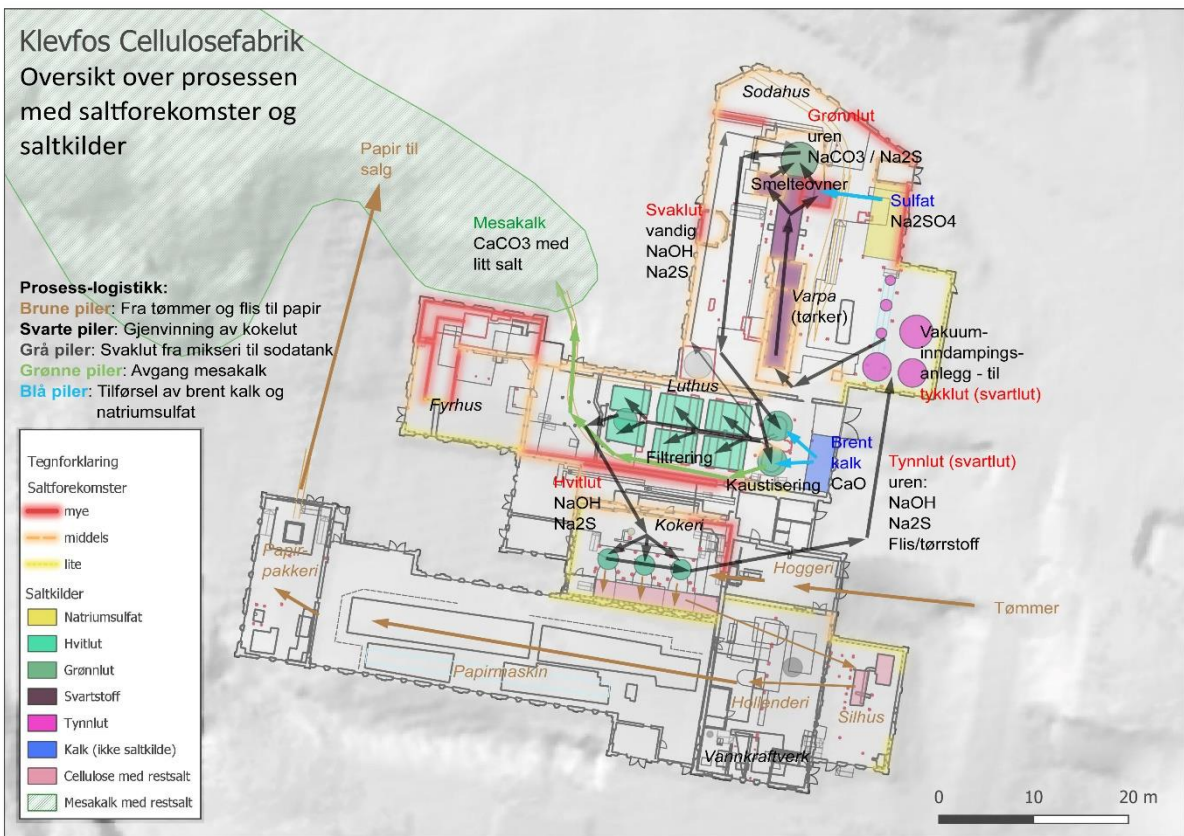
I ovnene ble sulfatet omdannet til sulfid og smelten tappet av til et stort, åpent, underjordisk kar med såkalt **svaklut** pumpet fra Mikseriet. Tappingen omgjorde væsken til **grønnlut** som i hovedsak består av oppløst **natriumkarbonat** og **natriumsulfid**.

Grønnluta ble så pumpet til Mikseriet. Her ble den tilført store mengder brent kalk (**CaO**). Denne lesket til kalsiumhydroksid (**Ca(OH)₂**) ved utvikling av varme og reagerte med luta ved kaustisering, dvs. at det ble dannet kalsiumkarbonat (kalk, **CaCO₃**), ved siden av natriumsulfiden som allerede var tilstede. Kalken ble rørt opp og vasket, noe som ga **svaklut** som ble pumpet tilbake til Sodahuset (se over). Kalken selv – **mesakalken** – ble i store mengder manuelt ført ut og dumpet vest for fabrikken, senere i de store dungene på den andre siden av Svartleva.

Luten fra Mikseriet ble tappet og ført ut til Luthuset i åpne renner for å filtreres til ferdig kokelut, **hvitlut**, i store, åpne stålkår med sand. Fra karene ble den ferdige luten tappet av, igjen via åpne renner og lagret i tanker i kjelleren – deretter pumpet tilbake til Kokeriet for bruk i massekoket.



Saltforekomster og kilder til salt i fabrikk. Bakgrunn: www.hoydedata.no.



Oversikt over prosessen i fabrikk.

Når massekok og gjenvinning av kokelut foregår som relativt lukkede prosesser, slik det er vanlig i mer moderne sulfatfabrikker, så blir det ikke så mye forurensning av kjemikalier til omgivelsene. Men Klevfos er en eldre fabrikk, med gammel teknologi som hadde et stort potensial for forurensning. Mange prosesser var åpne, dvs. at det ved spill, søl og lekkasjer ble tilført store mengder kjemikalier til grunnen, murverket og fabrikkinstallasjonene. Dessuten ble kjemikaliene pumpet omkring i store deler av fabrikkens gjennom et komplisert rørsystem, noe som ga et stort potensial for lekkasjer. I tillegg ble det dannet mye gass og damp i anlegget; salt oppløst i små dråper kunne derfor finne veien til de mest utenkkelige steder i fabrikkens.

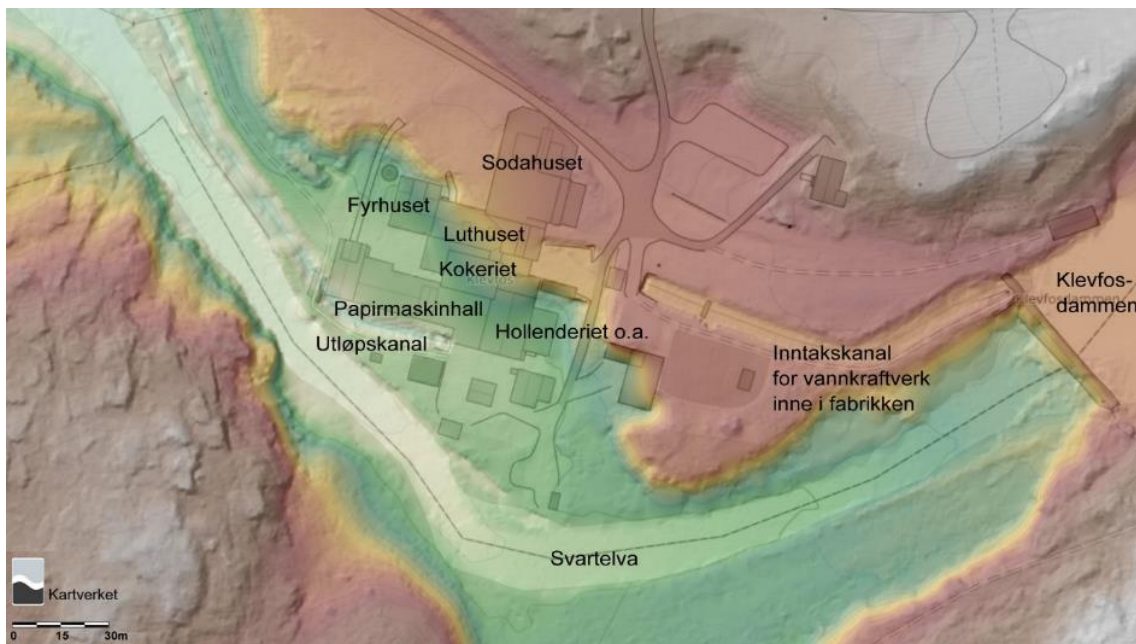
Grunnforhold, drenering og fukt

Saltene, natriumsulfatene og natriumkarbonatene, ble i hovedsak opprinnelig «avsatt» på bestemte steder i anlegget. Salt kan ikke transporteres videre eller bli voldsomt aktive som skadegjørere uten fri fukt – vann. Saltene transporteres i oppløst form med vann, i grunnen eller ved kapillært oppsug i porøst murverk. Når vannet fordamper vil saltene krystallisere og sprengte vekk eller pulverisere de ytre deler av teglstein, mørtel og puss.

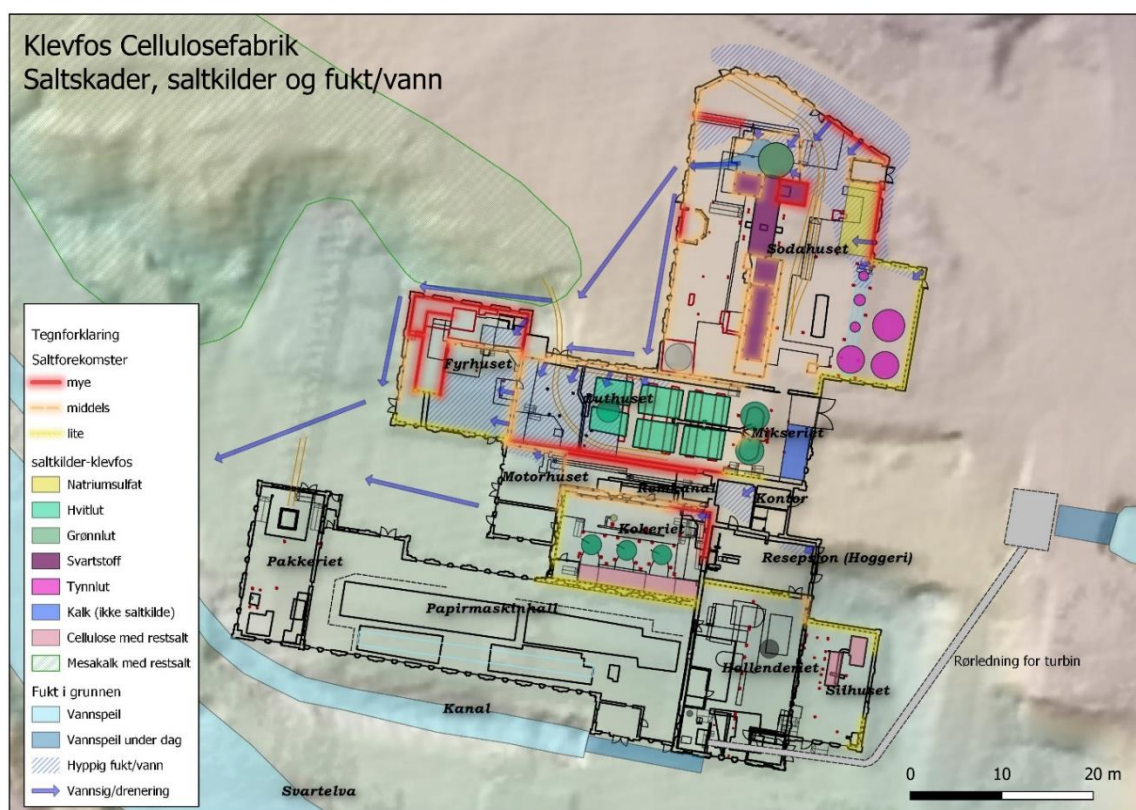
Det er mye vann i og omkring fabrikkens. Sodahuset og deler av Luthuset, Mikseriet og det gamle Hoggeriet er anlagt på et svakt skrånende platå som ender i en skrent ned mot sletta ved Svartelva, der de øvrige fabrikkdelene er plassert. På platået, dannet av oppsprukket granitt under tynne morenemasser og (bygning)avfall fra tidligere fabrikkdeler (lagerbygninger o.a.), er det et generelt, betydelig vannsig mot sørvest, ned mot sletta. Dette er bekreftet ved kartlegging av fritt overflatevann og fordeling av fukt i grunnen i fabrikkens. Vannsiget blir ytterligere forsterket ved nedløp fra takene. Det ble gjort en georadarundersøkelse (Terratec) for å se om metoden kunne brukes til å kartlegge grunnforholdene og dybden til fast fjell. Dessverre er grunnens sammensetning slik at georadar ikke er egnet. Videre undersøkelser med graving er planlagt av museets ansatte.

Man har i flere omganger forsøkt å utbedre dreneringsforholdene, ved å anlegge ulike dreneringsløsninger. Således går det f.eks. en kanal fra det underjordiske karet for grønnlut i Sodahuset. Kanalen videreføres i rør ned mot Luthuset og Fyrhuset. Denne dreneringsløsningen og andre løsninger langs de vestre deler av Sodahuset og nordre deler av Luthuset/Fyrhuset har ikke vært særlig virksomme, noe senere tids undersøkelser av museets ansatte har vist. Dette kan forklare hvorfor Fyrhuset er så sterkt skadet av salt: saltene er blitt ført med vannsiget, til dels helt fra Sodahuset. Det er mulig at også tidligere saltforurensning i dungene med mesakalk, som ligger nær, kan ha bidratt; de kunne ha over 1% saltrester. I dag vil regnet ha vasket ut mesteparten. Tilsvarende kan de store problemene i Luthuset/Luthuskjelleren forklares. En skal holde åpent om det kan være ytterligere saltkilder her som til nå ikke er detektert.

På nord- og østsiden av Sodahuset er det bare grunn og lite virksom drenering. Det vil si at overflatevann som samler seg ute siger inn i fabrikkens. Dette er spesielt problematisk, da den gamle dungen med natriumsulfat lå nettopp her. Grunnen er nå ekstremt gjennomtrukket av sulfat, noe som vises ved målinger av mye sulfat i vannet i kanalen ut av Sodahuset. Det ser heldigvis ut til at dreneringen nede på sletta, fra Kokeriet, Papirmaskinhallen o.a. er vesentlig bedre. Dessuten står disse bygningene på solide granittfundamenter. Det kan en bekrefte ved at det er rimelig tørt på bakken/gulvene i bygningene her. Dette er viktig. Det er nemlig slik at Kokeriet, med massetroa, samt Silhuset også avsatte store mengder salt i grunnen, noe en kan se ved at sterkt kjemikalieholdig vann har blitt drenert gjennom sirlige, åpne kanaler på kjellergolvet i Kokeriet. I klartekst betyr dette at selv om grunnen kan inneholde mye salt, så vil saltet i mindre grad aktiveres som skadegjører når det ikke er mye fukt tilstede. Kokeriet er derfor et godt eksempel på at det er mulig å holde skadepotensiale til saltene i sjakk også i andre deler av fabrikkens ved å hindre/begrense fukttilgang.



Topografien på Klevfos. Høydemodell fra www.hoydedata.no Sodahuset ligger på drøyt 180 m.o.h., Papirmaskinhallen på snaue 175 m.o.h.



Hyppig overflatevann, sterk fukt i bakken og vannsig (kartlagt av museets ansatte samt generell drenering, sett i sammenheng med saltforekomster og saltkilder. Dreneringen på østsiden er ennå ikke helt forstått og blir del av det videreførende prosjektet «Vannets veier» i regi av Anno Klevfos. Bakgrunn: www.hoydedata.no.



Drensgrøft langs nordsiden av Luthuset og vestsiden av Sodahuset. Foto: RAs arkiv, 1984.



Utsprengt kanal med sulfatholdig vann fra det utsprengte området for grønnluttanken under sodaovnene. Kanalen fortsetter i rør utenfor fundamentene/veggene.

Det er åpenbart at lekkasjer fra tak og gjennom ulike murkonstruksjoner også i stor grad har bidratt til saltforvitring på spesielle steder, for tiden f.eks. i tilknytning til Sodahuspipa. Men dette er relativt enkelt å løse ved regelmessig reparasjon og normalt bygningsvedlikehold. Mindre åpenbart er det at også kondens bidrar til fritt vann og dermed kapillær transport av fukt og salt. Det er et stort potensial for kondens i fabrikk, spesielt i tilknytning til metall, også under blikktakene. Jern ruster bl.a. i stor grad pga. slik fukt. Men også tunge murverksinstallasjoner, som lenge holder på kulde, f.eks. varpefundamentet i Sodahuset, er sterkt utsatt for kondenshendelser. Dette kan forklare en betydelig del av saltforvitringen, som dermed kan begrenses ved å senke risikoen for kondens, dvs. stabilisere inneklimate.

Inneklima

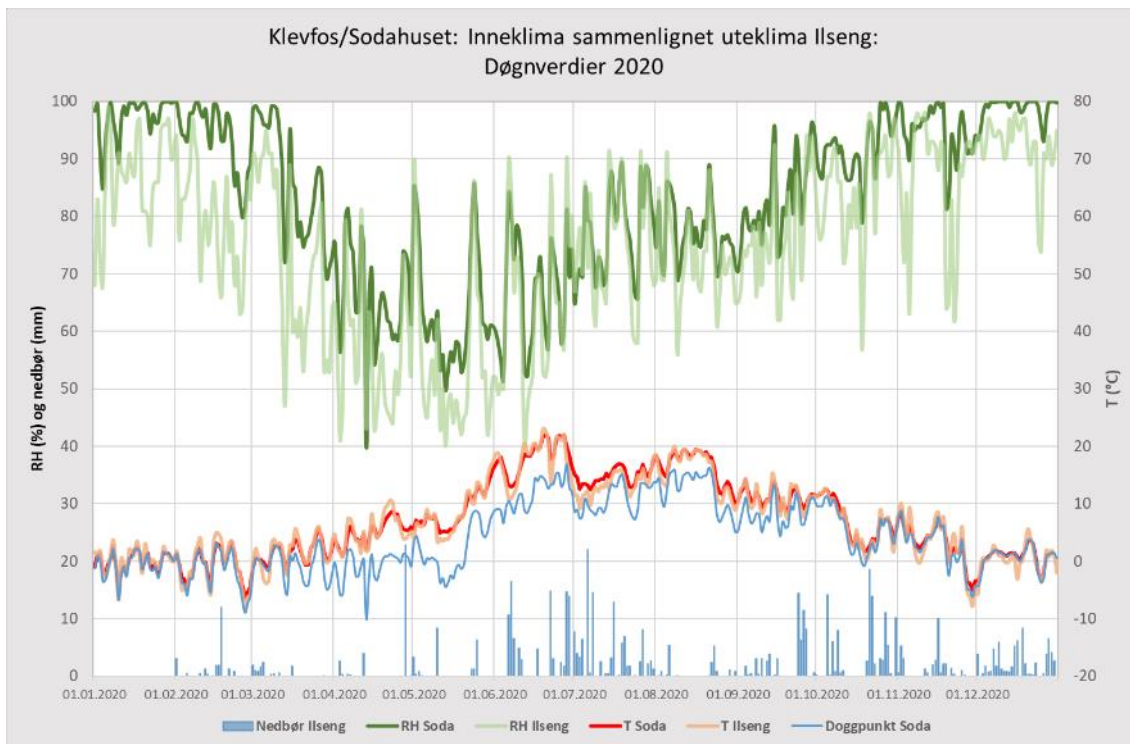
Bare få deler av fabrikk er i dag klimatisert, dvs. har en viss oppvarming og kontroll på luftfuktighet. Dette gjelder først og fremst Hollenderiet, som benyttes i museumsformidlingen, til arrangementer osv. og de nybygde kontorlokalene i andre etasje, som er veloppvarmet med elektrisitet. Museumsresepsjonen og et lagerrom i det gamle Hoggeriet er ikke oppvarmet, men får noe varme fra de tilstøtende bygningsdelene. Klimatiseringsanlegget er tilknyttet et eget styrings- og kontrollsystem for temperatur og luftfuktighet, et såkalt SD-anlegg, installert i mars 2019.

SD-anlegget dekker også de fleste øvrige deler av fabrikk, slik at man har løpende kontroll med temperatur og luftfuktighet. Fra målingene ser man at Sodahuset, Luthuset, Kokeriet, Papirmaskinhallen og Silhuset har temperaturer og relative luftfuktigheter som svinger i takt med forholdene ute. Dette er fordi disse bygningsdelene er dårlig isolerte og til dels svært luftige og derfor har liten «bufferkapasitet».

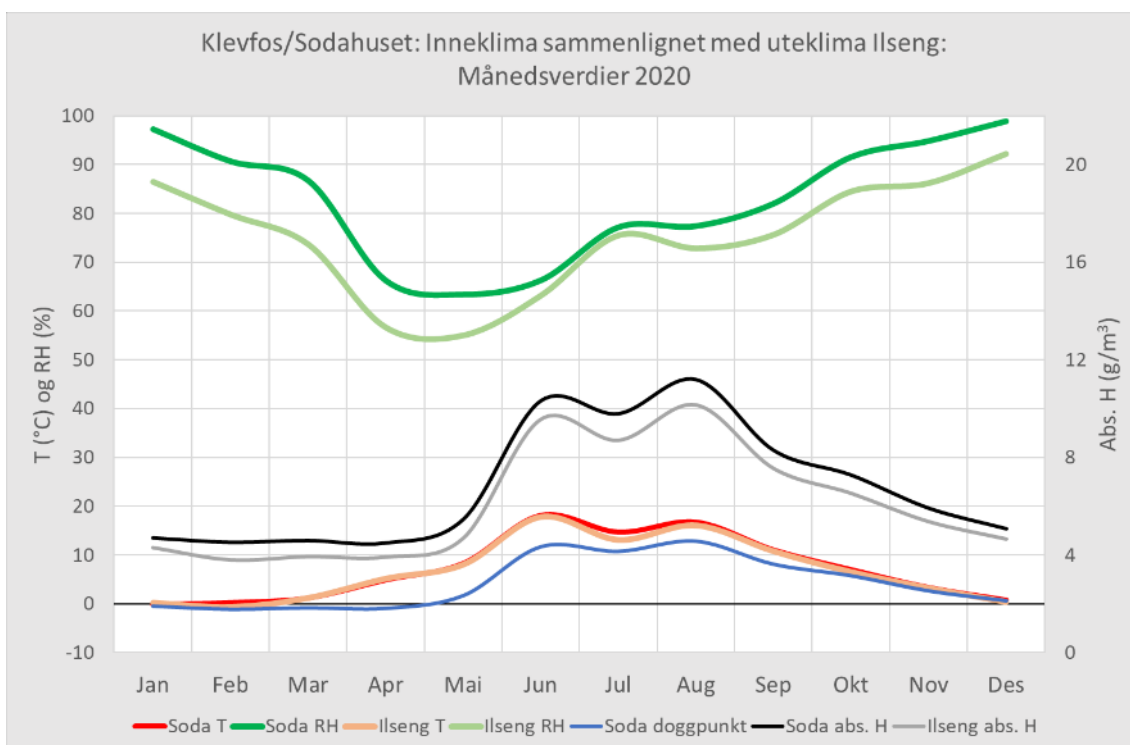
Vi ser også at de bygningsdelene (Papirmaskinhallen, Kokeriet, Silhuset) som ligger nærmest de klimatiserte delene har en smule høyere temperaturer og litt lavere luftfuktigheter enn deler som ligger lengre unna (Luthuset, Sodahuset). Dette kan delvis være på grunn av varmeoverføring. Men det har også å gjøre med at spesielt Sodahuset er dårligere isolert enn øvrige bygningsdeler, spesielt i taket. Her er det mange åpninger som skulle sørge for lufting da fabrikk var i drift, spesielt for å føre ut damp.

Dette understreker at det var et helt annet klima i fabrikk i driftstiden. Her var det store varmekilder som også avga mye damp. Det var generelt mye varmere enn i dag, og også mye større temperaturforskjeller mellom oppvarmede områder og «kalde hjørner». Vi kan fortsatt få et godt inntrykk av hvordan kalde deler ofte er forsøkt isolert – med papir. På gamle bilder ser vi store istapper fra blikktakene. Den gang smeltet snøen på takene raskt, i dag kan det være et problem at snø blir liggende.

Et slikt inneklimate medførte at frysepunktet generelt vil ha ligget lengre ut i veggene enn i dag og at man den gang ikke fikk frostskafer innendørs, noe som det er et høyt potensial for i fuktige områder i dag. Men det vil også si at kondenshendelser må ha vært svært hyppige, spesielt i den kalde årstiden, f.eks. på undersiden av fabrikkens blikktak og de mange vinduene. I dagens uoppvarmede og trekkfulle fabrikk er det også stort potensiale for kondenshendelser, gjennom hele høsten, vinteren og våren – ikke minst når en får milde vinder etter kalde perioder.



Generelt inneklimate i Sodahuset i 2020, sammenlignet med uteklimate, målt på Ilseng. Data fra SD-anlegget på Klevfos og <https://seklima.met.no>. Innetemperaturen følger utetemperaturen, relativ luftfuktighet har ikke så store svingninger inne som ute. Doggpunktet er høyt i den kalde årstid.



Sesongmessige variasjoner (månedsverdier) i Sodahuset i 2020, sammenlignet med uteklimate, målt på Ilseng. Data fra SD-anlegget på Klevfos og <https://seklima.met.no>. Den absolute luftfuktigheten inne er ca. 1 g/m^3 høyere enn ute. Det er altså en viss oppkonsentrering av fukt i luften inne, på grunn av alle fukkildene i bakken, men siden bygget er så åpent og ventilert, fraktes mye av fukten ut.

Inneklima og salt

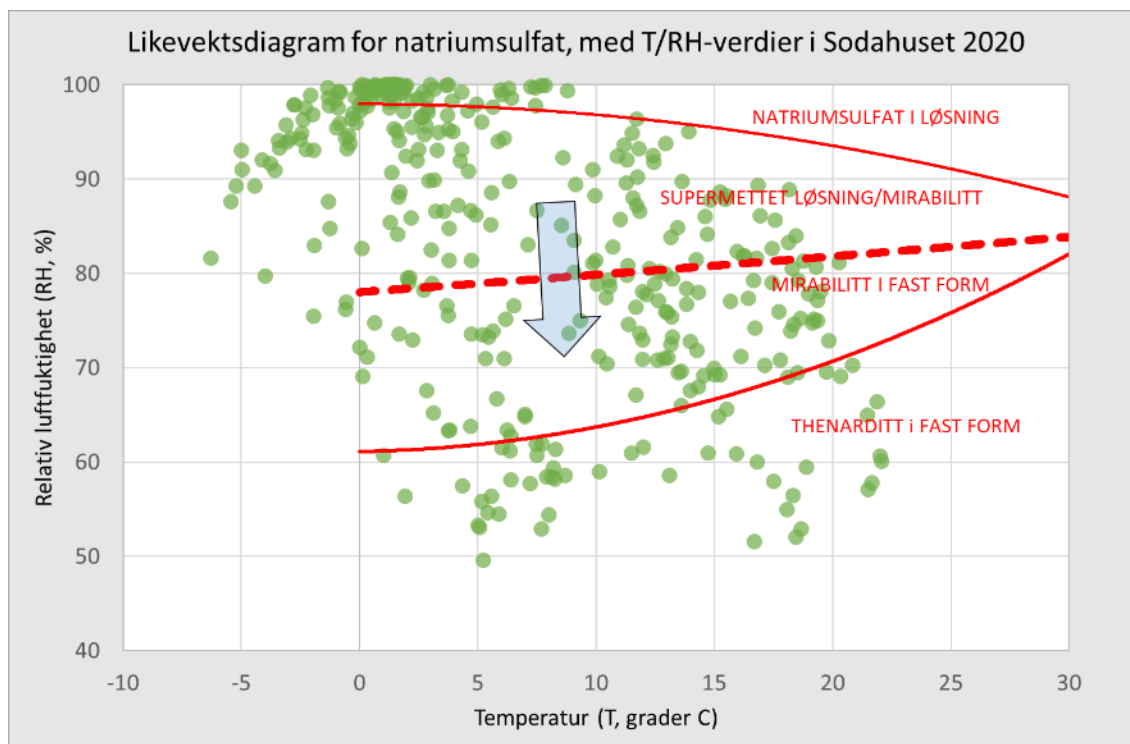
Salter er hygroskopiske, dvs. at de har evne til å ta opp fukt direkte fra luftfuktigheten og gå i oppløsning. Når luftfuktigheten synker, krystalliserer saltene igjen – og kan gi skader. Det er altså ikke bare opptørking av fritt vann som gir saltskader. Har saltene først kommet inn i murverket, er det alltid et skadepotensial som følge av svingninger i luftfuktigheten.

Natriumsulfat og natriumkarbonat danner komplekse salter som reagerer på ulike måter med luftfuktigheten. Om vi tar natriumsulfat som eksempel, med de to saltene mirabilitt og thenarditt, så kan vi få et inntrykk av kompleksiteten i et likevektsdiagram. Forenklet er det krystallasjon av mirabilitt fra en supermettet løsning når fuktigheten synker under ca. 80% RH (litt avhengig av temperatur) som gir det største skadepotensialet. Synker RH til verdier under 60-70% (avhengig av temperatur) så mister mirabilitt sitt innebygde krystallvann, det dehydrerer og går over til vannfritt natriumsulfat, thenarditt. Denne overgangen kan også gi skader fordi det dreier seg om en kompleks prosess der krystallisering også finner sted. Thenarditt kan ikke dannes ved direkte krystallasjon under ca. 35 grader; derfor er det først etter oppløsning i vann eller høy luftfuktighet – og deretter opptørking – at nye runder med krystallasjon til mirabilitt og dehydrering til thenarditt kan oppstå. Saltene til natriumkarbonat, natron og thermonatritt, oppfører seg på omtrent samme vis.

Det er svært varierende inneklima i de uklimatiserte delene av fabrikk (se over) og det er et potensial for krystallasjon av bl.a. mirabilitt i flere årstider, avhengig av det aktuelle værlaget. Hovedtrenden er imidlertid at RH synker fra høye verdier om vinteren og går under 80% i løpet av våren. Det vil si at de fleste kraftige saltskader skjer i løpet vår- og sommersesongen. Dette er bekreftet ved observasjoner og overvåking (se senere)



Stor forekomst av natriumsulfat på den østre sodaovnen. De glinsende delene av saltet er nåler av mirabilitt, i de hvite delene er mirabilitten i ferd med å dehydrere til thenarditt. Foto fra midten av mai 2020, da relativ luftfuktighet i Sodahuset hadde sunket til 50-60%..



Likevektsdiagram for natriumsulfat, med inntegnede døgnavlesninger (grønne sirkler) for T/RH i Sodahuset i 2020. Pilen angir krystallisering av mirabilitt som er den mest skadelige saltforvittringsprosessen i fabrikk.

Men det er store lokale variasjoner. Dette er fordi mikroklimaet på ett bestemt sted kan være helt annerledes enn rett i nærheten – og det har ikke minst å gjøre med tilgangen på fukt fra bakken og i murene. Selv om RH i luften omkring kan være lik, så vil forvitringen foregå helt annerledes på et fuktig sted enn på et tørrere. Forenklet: Skadepotensialet er mye høyere der det er fuktig, fordi man der har størst potensial for krystallisering av f.eks. mirabilitt når fuktigheten i bakken synker etter regnværperioder og det tørker ut. Dette er også bekreftet ved en rekke observasjoner. Og det viser igjen at den frie fukten og dreneringsproblemer faktisk kan betraktes som den viktigste skadeårsaken i fabrikk.

Det er alltid mye synlig salt til stede, dog mindre når det er svært fuktig, selv om en teoretisk skulle forvente at alt salt hadde løst seg opp ved luftfuktighet over 80-90%. Forklaringen er høyst sannsynlig at det avhengig av de lokale forholdene i praksis er en svært glidende overgang mellom supermettede løsninger av saltene og deres krystalline form; dessuten at de store mengdene salt gjør det vanskelig å forutse opptreden ved teoretiske betraktninger alene.

Dette er en viktig observasjon, for det betyr at det er umulig å begrense saltforvitring ved å klimatisere til høy luftfuktighet, noe man kan gjøre i f.eks. kirker og andre historiske bygninger med andre typer salter som har lavere likevektsfuktigheter. Konstant høy luftfuktighet ville jo på Klevfos også ha gitt seg utslag i høyere jernkorrosjon – og kanskje problemer med biologisk vekst.

Om en skal klimatisere for å begrense salt, så må en altså senke luftfuktigheten, i praksis til under ca. 60%. Da vil det være en sjanse for at saltene i større grad holder seg som dehydrert natriumsulfat og natriumkarbonat – som thenarditt og thermonatritt. Dog har vi sett at dette ikke vil virke særlig godt om en ikke først tar tak i problematikken omkring fri fukt og drenering.

Frostforvitring på Klevfos

Det er ikke enkelt å vurdere den relative betydning av frostforvitring på Klevfos. Temperatur og fuktkonsentrasjon i spesielle soner tilsier et stort potensial for frostskafer både inne og ute i den kalde årstid. Mange skader på teglstein og mørtel ser da også ut som frostskafer, spesielt større avskallinger.

Problemet er at der det er fuktig – og et potensial for frostskafer – så er det vanligvis også mye salt som også har evnen til å skape store avskallinger i murverket. I områder med svært mye salt, typisk fra bakkenivå og med kapillært sug oppover i murverket, er det ofte umulig å avgjøre den relative betydningen av frost og salt. For avklaring kreves det detaljert, langvarig observasjon på utvalgte, fuktige steder der en kan forvente dannelse av iskrystaller og islinser. En må også ta hensyn til at tilstedeværelse av salt normalt gir en lett senkning av frysepunktet for vann.

Høyere opp i murverket, typisk der det samles mye fukt ved lekkasjer, eller ved utstikkende elementer, er frost sannsynligvis viktig. Det er fordi saltkonsentrasjonene ikke er så høye her. Men uansett årsak til forvitringen, så er det fukten som er driver. En kan ikke få frostforvitring om det ikke er mye fukt til stede. Dette betyr i praksis å reparere skader, hindre vanntilgang med f.eks. beslag og sørge for at det ikke oppstår flere lekkasjer.

I 2015-16 ble det på Sodahuset prøvd ut et vannavstøtende middel (SurfaPore C) for å teste om det kunne begrense forvitringen på utendørs murverk (Hjarnø 2019). Forsøket var ikke vellykket; det ble bekreftet at saltforvitringen fortsatte omtrent som før påføringen. All erfaring tilsier også at en bør unngå bruk av vannavstøtende overflatebehandlinger på sårbart murverk, da det kan begrense nødvendig dampdiffusjon. I verste fall vil forvitringen øke.



Typisk forvittringsbilde der det er vanskelig å avgjøre om frost eller salt er hovedårsaken til skadene. Fotoet er tatt ved fuktige forhold på vinteren, ved tørrere forhold er det salt i dette området på nordveggen av Sodahuset (utendørs). Fotoet viser også en annen årsak til skader – bruk av sterkt sementholdige mørtler for å reparere fuger. Det er åpenbart at slike fuger må erstattes med kalkbaserte mørtler der de gjør skade, dvs. ofte der det er fuktig.

Forvitring og bruk av sement og betong

Mange steder i fabrikken er det det ved restaureringer – både i fabrikktiden og museumstiden – benyttet til dels sterkt sementholdig mørtel og betong. Bruk av sementholdige mørtler for spekking av teglsteinsmurverket har skjedd i stort omfang og der det er mye fukt har dette gitt betydelige skader. Forenklet er slike mørtler for tette og gjør det vanskeligere for fukt å slippe ut av det opprinnelige murverket med sine kalkbaserte fuger. Siden mørtlene er tette overføres forvitningsbelastningen på teglsteinene. Derfor vil det være nødvendig å bytte ut en stor andel sementfuger i fabrikken, i første omgang der det er mye fukt og betydelige skader.

Betong er først og fremst benyttet til støttemurer inne i fabrikken, men også ute, f.eks. på Fyrhusets vestvegg. Mange slike murer er godt utført og har lite forvitring. Men de er med på å tvinge fukt og salt opp i murene og skade tegl og mørtel. Og det finnes eksempler på tynne betongmurer som sprekker eller slipper fra underlaget på grunn av bevegelser i bygningen (f.eks. i Kokeriets nordvegg), murer med tynn overdekning til armering som har rustet sterkt på grunn av sulfatholdig vann/fukt (f.eks. ved grønntlukaret i Sodahuset) og murer der betongen kan ha for dårlig kvalitet til å stå imot mye salt (f.eks. relativt nye trapper i Sodahuset).

Sistnevnte kan også være tilfelle der betong er brukt i fundamenter (f.eks. miksetankene i Mikseriet) og søylefundamenter som er reparert med betong (f.eks. i Luthuskjelleren). Ellers er forvitrende søylefundamenter (og skadde søyler i tre, betong og stål) et viktig tema i den bygningsmessige delen av rapporten (DP 4). Søylefundamenter har dessuten vært gjenstand for enkle bevaringstester (se under). Det må understrekes at kvaliteten til relativt nylig brukt betong ikke er analysert. Siden forvitringen har skjedd så raskt, er det imidlertid en begrunnet mistanke om at den ikke er sulfatresistent. Valg av betong for fremtidige arbeider må ta hensyn til det til dels sterkt sulfatholdige miljøet i fabrikken.



Armeringskorrosjon og sterkt skadd betong ved grønntlukaret under Sodaovnene. Korrosjonen er forsterket ved det sulfatholdige vannet som befinner seg her nede.

Testfelter for *indirekte* og *direkte* bevaringsløsninger

Kartleggingen av fabrikken og produksjonsprosessen har vist at det i all hovedsak er sulfatprosessen som er den bakenforliggende årsaken til den massive saltforvitringen, men også at det er grunnfukt og manglende drenering – og fri fukt generelt, f.eks. gjennom lekkasjer – som i dag er den viktigste driveren av forvitring. Inneklimaet har en betraktelig finger med i spillet, men er av mindre betydning enn de store mengder vann som dreneres gjennom spesielt de høyereliggende delene av fabrikken og over skrenten ned mot sletta ved Svartelva.

Den viktigste *indirekte* bevaringsstrategien er derfor å få kontroll på fukt i bakken og drenere vannsaget vekk fra fabrikken. Derneft kan en viktig indirekte løsning være å bedre inneklimaet slik at det begrenser saltforvitringen.

Design av testfelter: klimatisering, saltkonvertering, flere typer offerpuss o.a.

Det var derfor i prosjektet svært viktig å i mindre skala teste ut hvordan klimatisering kan begrense forvitring. Vi valgte ut to hovedområder for testing i Sodahuset, langs nordveggen og vestveggen, begge med betydelig forvitring, men i ulik grad, mest i nord, ikke minst fordi nordveggenes murverk har fundamenter delvis av sparebetong, delvis forsterket på utsiden med vanlig betong, og fordi nedre del av murene er tildekket med masse. De fleste øvrige deler av fabrikken har fundamenter av granittblokker, så også på vestsiden av Sodahuset. Fukt trekkes dermed lettere opp langs teglmurverket i nordveggen enn vestveggen. I hvert testfelt ble det bygget et helt lukket, klimatisert rom (ønsket styrt til 60% RH, dvs. under likevektsfuktigheten for mirabilitt, ingen oppvarming) som kunne sammenlignes med et «åpent» rom, med Sodahusets normale inneklima, rett ved siden av.

Disse hovedtestfeltene ble også benyttet for å teste ut to spesifikke *direkte* bevaringsmetoder. Gjennom tidligere eksperimentering, iverksatt av museets tidligere medarbeider Morten Hjarnø i samarbeid med Mycoteam og SINTEF, har såkalt *saltkonvertering* blitt testet ut. Saltkonvertering innebærer å kjemisk endre de tilstedeværende salttypene til teoretisk mindre skadelige typer. Således er det blitt benyttet injiserte løsninger av kalsiumklorid (CaCl_2) og magnesiumklorid (MgCl_2) på diverse testfelter i Motorhuset for å forme saltene gips (CaSO_4), ulike magnesiumkarbonater (generelt MgCO_3) og halitt (koksalt, NaCl). Dette har i utgangspunktet gitt positive resultater, i og med at en på testfeltene ikke lenger kan se mye salt. Tilhørende forvitring har imidlertid ikke blitt systematisk overvåket. Siden MgCl_2 har vist seg lettere å injisere i murverket enn CaCl_2 , ble en vandig løsning med dette saltet benyttet for testfeltene i det nåværende prosjektet. Dette er en *ikke-reversibel* bevaringsmetode, da en aldri kan klare å fjerne tilført klorid.

I tillegg ble det anlagt testfelter med såkalt *offerpuss*. Bruk av kalkbasert offerpuss er ikke reversibel i streng forstand, men er en svært vanlig metode for å begrense saltforvitring i historisk murverk. Hovedtanken er å legge på et lag med kalkbasert puss, der saltene kan tas opp og krystallisere, i stedet for å ødelegge det autentiske murverket. Når pussen blir skadd av saltene, så kan en reparere. Viktig er også at saltene som dannes på utsiden av pussen mekanisk lett kan fjernes, slik at man over lang tid kan begrense saltmengdene i murverket noe. I fagrapporten er fordeler og ulemper med bruk av offerpuss grundig diskutert.

Et helt sentralt poeng med å teste ut offerpuss, er at de aller fleste deler av fabrikken opprinnelig var pusset innvendig. Størsteparten av pussen har forvitret og ramlet ned, delvis i driftsperioden, delvis i perioden etter nedleggelsen i 1976. En del prøver av originalpussen er nylig undersøkt av Seir Materialanalyse; i hovedsak dreier det seg om enkle pusstyper basert på kalk og natursand, ofte med varierende grad av en liten sementtilsetning.



Rester av opprinnelig puss i det nordvestre hjørnet av Sodahuset. Det dreier seg om en enkel puss på kalkbasis, men mulig med en liten sementtilsetning. Pussen er godt bevart der det ikke er mye salt.



Hovedtestfeltet ved nordveggen i Sodahuset. Vi ser det lukkede, klimatiserte rommet og det åpne til høyre. I hvert «rom» er det tre delfelter: ubehandlet, offerpuss og saltkonvertering.

Ved vurdering av offerpuss som til en viss grad kunne matche de eldre pussløsningene, valgte vi ut tradisjonell «hotmix» som det mest aktuelle, brent kalk (lett tilgjengelig nedmalt brent kalk fra Franzefoss) lesket sammen med lett tilgjengelig lokal natursand i feit blanding, ca. 1:2-2,5). Dette var spesielt fundert på enkel og billig materialtilgang (gitt at det potensielt er tusenvis av kvadratmeter som skal pusses) og på at hotmix gir en gunstig, relativt kompakt porestruktur for å frakte ut salt i løsning til nær eller på overflaten, hvor det kan krystallisere. Vi la ikke stor vekt på å sluttbehandle pussene, men sørget for at de fleste svinnsprekker ble eliminert ved manuell komprimering. Pussen ser derfor ganske «grov» ut.

Alle testfeltene, totalt fire, ett klimatisert og ett ikke-klimatisert langs nordveggen, tilsvarende langs vestveggen i Sodahuset, inneholder altså tre deltestfelter: ikke-behandlet murverk, murverk behandlet med magnesiumklorid og murverk behandlet med offerpuss. Alle testfeltene ble fulgt opp med kontinuerlig klimaovervåkning (Tinytag-målere spesialinstallert i de klimatiserte rommene, SD-anlegget for generelt romklima) og oppsamling/veiling av forvitret materiale på spesialinstallerte aluminiumsbrett i nedkant av murene ved hvert månedsskifte. I tillegg ble det ført loggbok og tilstanden ble dokumentert med fotografier.

Det er i tillegg satt opp flere felter for å teste og visualisere **ulike offerpuss-metoder**. Det viktigste er store flater behandlet med offerpuss på nordveggen av Sodahuset, i august 2021. Disse testfeltene hadde som mål ikke bare å «trekke ut salt» fra murverket, men også gi en visuell opplevelse av hvordan pussede overflater, slik det en gang var, tar seg ut i fabrikk. Til disse feltene ble det benyttet hotmix som i de andre forsøkene, samt en svensk, lett tilgjengelig kalk blandet på stedet.

Videre forsøk med offerpuss inkluderte et kommersielt tilgjengelig produkt fra Keim, såkalt *Porosan Trass Sanierputz NP* (Sodahuset/nordvegg, Fyrhuset/fyrkjel vest). Dette er en puss på kalksementbasis, iblandet trass (vulkansk aske) og ikke-deklarte produkter for å utvikle høy porøsitet, spesiell porestruktur, samt hydrofobisk (vannavstøtende) virkning. Mørtelen har svært finkornet sandtilslag. Porosan er spesialutviklet for å ta opp salt, men er et mye dyrere produkt enn egenblandet hotmix. Vi vurderte produktet som en mulig tilleggsløsning til hotmix, der hotmix kanskje ikke ville fungere.

I de senere par tiår har man benyttet **subbus** for å jevne ut oppå golvene og legge til rette for besøkende, spesielt i Sodahuset, der en har originale teglgolv. Subbus virker til en viss grad dempende på saltforvitring ved at det gir saltene mindre sjanse til å krystallisere i overflaten på f.eks. teglsteinsgolvene; fuktigheten i teglsteinene blir altså holdt høyt. Å bruke subbus langs vegger er imidlertid ikke noen god ide, da dette gir en risiko for at saltene kun trekker litt høyere opp i veggene. Men som midlertidig dekke på sterkt forvitrende søylefundamenter kan det ha en virkning. Derfor er det innledet slike helt **reversible** forsøk spesielt i Kokerikjelleren.

Det ble også satt opp **reversible** testfelter med **plexiglass** montert ca. 5 cm fra murene og anlagt slik at kantene av glasset ble fullstendig tettet (med byggsaum) slik at man kunne se inn på murverket – altså uten at det er påvirket av inneklimate i omgivelsene. Det er bare fukten i grunnen/murverket selv som påvirker, og dermed er fuktigheten nær 100% året rundt. Dette var for å få et inntrykk av hvordan salt i liten grad kan ødelegge murverk så lenge det er i løsning. Feltene ble anlagt i Sodahuset (varpa/øst, sodaovnen/nord og i Fyrhuset/fyrkjel vest).

Alle testfeltene, unntatt de store offerpuss-feltene, ble satt opp sensommer/høst 2020, slik at vi hadde en snau ettårs-periode, altså en årssyklus, for overvåkning av hvordan de utviklet seg. Dette har gitt svært verdifull innsikt i forvitringens karakter og hvordan den kan begrenses.

Resultater fra overvåkning av hovedtestfeltene

Det var i starten problemer med å få klimatisert de lukkede testfeltene i Sodahuset. Dette skyldes dels at vi først hadde valgt feil avfuktere, dels at vinteren 2021 var uvanlig streng, med temperaturer innendørs ned mot -20 grader i fabrikken. Problemene ble etter hvert løst, med installasjon av nye absorpsjonsavfuktere, slik at fra senvinteren (mars) 2021 viste det nordre testfeltet drøye 60% RH, det vestre omkring 50%, i gjennomsnitt. I tiden før, fra høsten 2020 var RH dels over, dels under disse verdiene, men i gjennomsnitt lavere enn det vanlige inneklimate i Sodahuset. Temperaturene var en smule over det vanlige inneklimate, noe som skyldes de lukkede rommenes isolering fra omgivelsene og en viss varme fra avfukterne.

Samlet betyr dette at vi har fått en litt kompleks, men noenlunde realistisk test på hva klimatisering i større skala kan innebære, vel å merke uten tiltak for å begrense grunnfukten, som jo er betydelig, spesielt i det nordre testfeltet. De enkelte deltestfeltene kan altså ikke direkte sammenlignes. Til det er situasjonene og feltene for ulike, selv om alle målinger av nedfalt materiale (materialfragmenter og salt) er normalisert til å gjelde nedfall fra 1 kvadratmeter murverk. Generelle trender kan derfor observeres og tolkes.

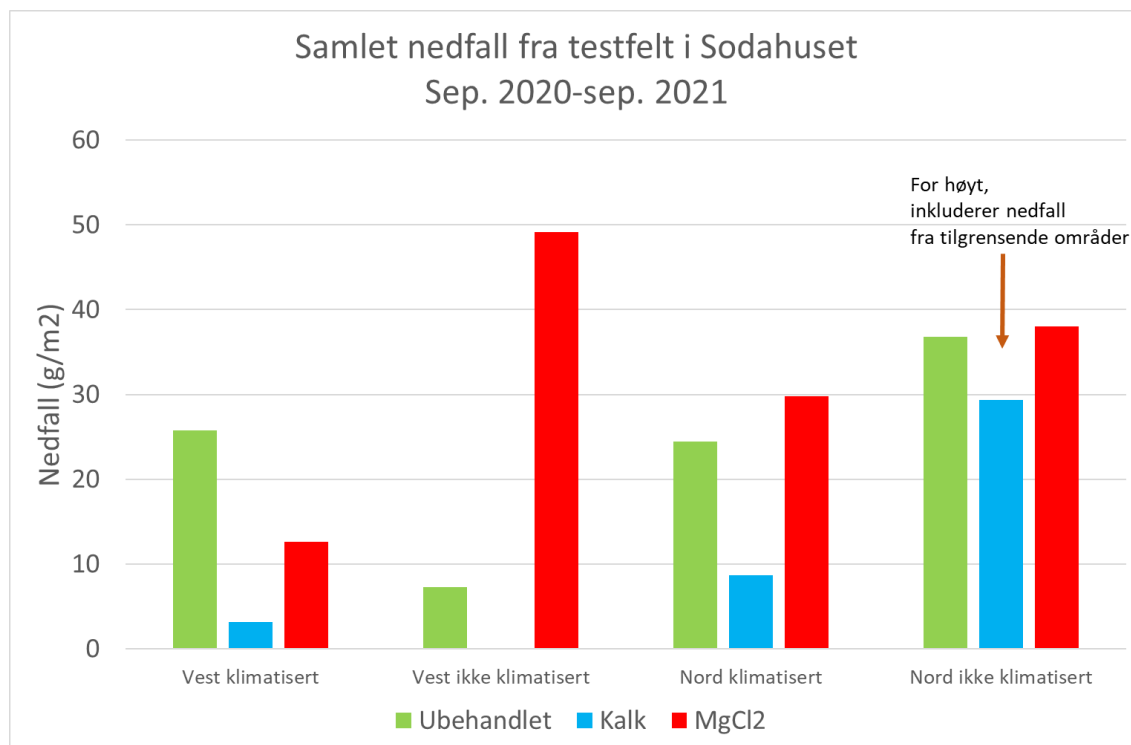
Som ventet er det mer forvitring i det nordre enn det vestre feltet. Det er ikke veldig stor forskjell på klimatiserte og ikke-klimatiserte delfelter, likevel en tydelig tendens til at de klimatiserte har noe mindre forvitring enn de ikke-klimatiserte. Det kan bety at klimatisering i stor skala i fremtiden kan avhjelpe forholdene, etter at grunnfukt og overvann er sterkt begrenset.

Den viktigste tendensen er imidlertid at det er svært lite, nær null, forvitring fra feltene med offerpuss. Det har delvis å gjøre med at ett år nok er for kort tid til at saltene kan klare å virke sterkt på offerpussen. Det er kun observert lett pulverisering på deler av pussen. Etter flere år kan det forventes sterkere pulverisering og at deler av pussen faller av i flak (og må repareres). En viktig observasjon er at pussen, spesielt på nordveggen tar opp salter og lar dem krystallisere på overflaten. Det betyr at pussen er virksom som offerpuss, slik den skal være. Ellers er alle pussfeltene godt herdet/karbonatiserte etter ett år; det er kun minimale deler som ikke er karbonatiserte (testet med fenolftalein) og det er få eller ingen bomparter å spore. Resultatene er altså generelt gunstige i favør av offerpuss.

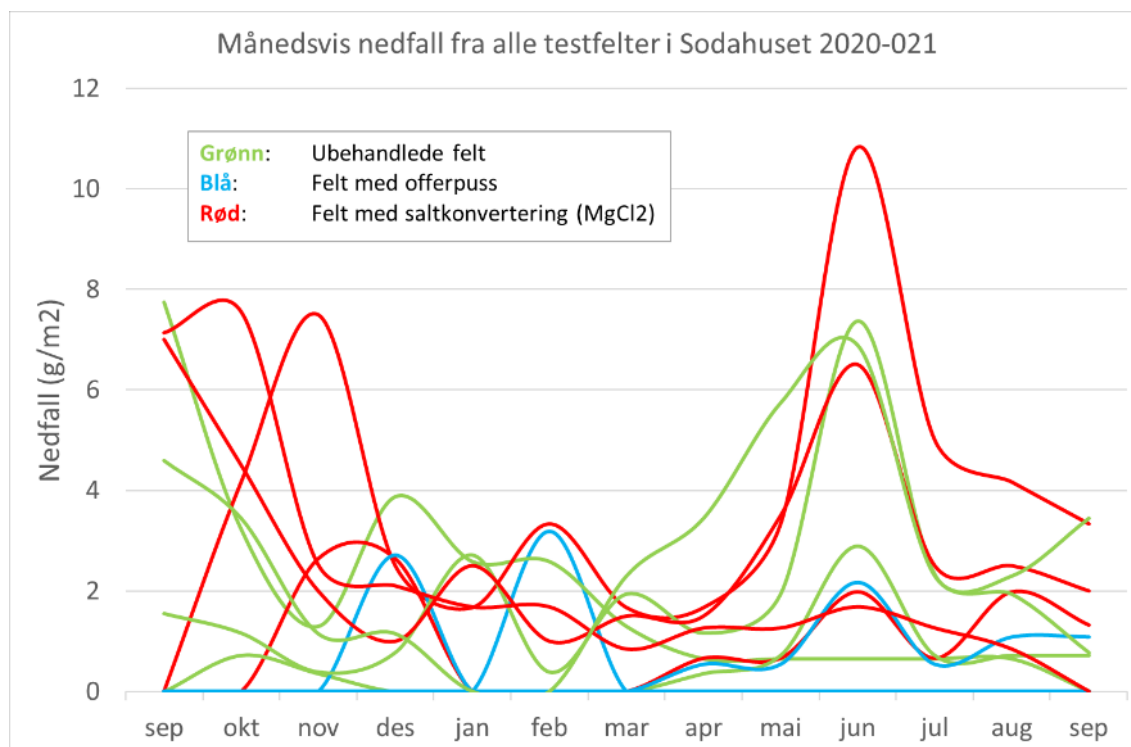
Et annet vesentlig resultat, er at feltene behandlet med magnesiumklorid samlet sett oppviser størst nedfall av forvitret materiale, til tross for at det er mye mindre synlige salter i disse feltene enn i ubehandlede. Resultatene er overraskende, men kan trolig knyttes til kompleksiteten i saltsystemet av opprinnelige og tilførte salter som er skapt. At det ikke kan observeres mye salter har trolig å gjøre med klorid tilført – som opprettholder sterkt hygroskopiske overflater. Det er mulig at vanskelig observerbar halitt (natriumklorid) er hovedansvarlige for forvitringen, men det kan også være ikke-konverterte opprinnelige salter. Som ventet er en viktig tilleggsobservasjon at metall/jern påvirket av kloridbehandlingen ruster vesentlig raskere enn uten slik behandling. Samlet sett, med observert høy forvitring og rust, må det advares mot å benytte saltkonvertering i større skala i fabrikken.

Et siste viktig resultat av overvåkningen av hovedtestfeltene er at nær alle delfelter, i ikke-klimatiserte vesentlig mer enn i klimatiserte, viser økt forvitring i sommermånedene enn ellers i året. Det er en topp i nedfall av forvitret materiale fra mai til juli. Dette er som forventet i de ikke-klimatiserte testfeltene, og i tråd med den voldsomme forvitringen en opplevde under den svært tørre sommeren i 2018. I de klimatiserte feltene kan en regne med at grunnfukten er lavere i disse månedene og derfor bidrar til samme tendens. Generelt tørker det ut om sommeren og saltene har et høyere potensial for å krystallisere i grunnfuktsonen.

Flere delfelter viser høy forvitring i starten av forsøkene, fra september til november 2020. Årsaken er uklar, det kan skyldes tilfeldigheter rett etter oppstart, men også at salt har en tendens til å gå i løsnings utover høsten og dermed «slippe» allerede løsnede fragmenter i murverket.



Nedfall av forvitret materiale fra hovedtestfeltene i Sodahuset. Merk at salt er inkludert i vekten og at nedfall fra offerpuss i det ikke-klimatiserte feltet på nordveggen er for høyt pga. feltets plassering.



Nedfall på månedsbasis fra hovedtestfeltene. Et kalkfelt i nord er utelatt som ikke-relevant (se figur over). Høye verdier i starten knyttes til oppstartsforstyrrelser. Høye verdier på sommeren er reelle.

Resultater fra andre felter med offerpuss

De store veggflatene på nordveggen av Sodahuset som ble pusset i august 2021 er pr. oktober 2021 ennå ikke helt karbonatiserte (testet med fenolftalein). Men feltene står seg rimelig godt, har få bompartier og oppfyller funksjonen som offerpuss, da det er til dels mye salt som har krystallisert på overflaten. En viktig tilleggsobservasjon er det åpenbare bildet som allerede tegner seg fra fukt, salt og misfarging i de nedre deler av murverket, opp til vinduene. Dette er nok en indikasjon på den høye grunnfukten som finnes i denne delen av fabrikk.

Offerpuss basert på kommersielt tilgjengelig *Porosan Sanierputz* har fungert både godt og dårlig. I Fyrhuset har pussert tatt opp store mengder salter uten å bli synlig forvitret/ødelagt. Men på nordveggen i Sodahuset har vi et felt som er allerede er sterk ødelagt av avskallinger på grunn av saltforvitring. Årsakene er uklare. Men siden pussert beviselig fungerer svært godt i enkelte situasjoner så skal den ikke avskrives for videre bruk.

Andre testresultater

Bruk av subbus for å begrense saltforvitring på søylefundamenter i Kokeriet har så langt vist seg å fungere rimelig bra, men trenger mer dokumentasjon for bekreftelse. Det må understrekes at dette er et midlertidig tiltak som ikke kan erstatte reparasjon av slike fundamenter. Men det kan begrense forvitringen i en periode frem til det er tid og ressurser for å foreta reparasjoner.

Bruk av plexiglass for å holde fuktigheten nær 100% på enkelte installasjoner har vist seg å fungere etter hensikten, bl.a. at forvitringen begrenses, til dels sterkt. Det er spesielt interessant å observere at den østre sodaovnen aldri tørker ut bak glasset. Det indikerer at det er kontinuerlig tilgang på betydelig fukt fra bakken her. I andre tilfeller, som i Fyrhuset, er det en viss, liten opptørking i tørrere perioder, noe som jo indikerer grunnfuktens sesongmessige variasjoner.



Store felter med kalkbasert offerpuss i Sodahuset med tydelige tegn til oppadstigende fukt og saltutslag. Når saltutslagene kommer i og på pussert er den virksom som offerpuss.



Testfelt med Porosan Sanierputz på den vestre delen av fyrkjelen i Fyrhuset har fungert svært bra. Pussen har tatt opp store mengder salt som en nå lett kan støvsuge bort. Det bør gjøres på sensommeren før det igjen blir så fuktig at saltet løses opp.



Testfelt med subbus over søylefundamenter i Kokerikjelleren. Disse ser ut til å ha hindret større saltutblomstringer på selve fundamentene, men trenger videre overvåking for god dokumentasjon.



Lite testfelt med plexiglass på den østre sodaovnen viser at det alltid er fuktig bak glasset, at forvitringen har blitt begrenset og at det er kontinuerlig tilsig/opsug av fukt fra grunnen her.

Klimatisering av fabrikkbygget

I praksis er det ikke mulig å klimatisere ved å holde høy luftfuktighet pga. at saltene er aktive ved høye luftfuktigheter og pga. økt risiko for kondens, rust og biologisk vekst. En må derfor tenke seg nokså konstant RH på rundt 50-60% mesteparten av året. Med grunnfuktproblemene under kontroll, ville en da stort sett ha kunnet holde saltene i dehydrert form året rundt. Men om grunnfuktproblemene ikke skulle være under kontroll, så vil denne metoden være potensielt risikabel – da kan en få en konstant tørr «sommersituasjon» (som i 2018), og høy fordampning av stadig tilført fukt som gjør at saltene kan krystallisere heftig. Dette understreker at en ikke bør sette i gang klimastabiliserende tiltak før en har rimelig godt grep på «vannets veier».

Å holde fuktigheten på 50-60% kan en gjøre ved å øke temperaturen i den kalde årstiden, ved å installere et luftavfuktingsanlegg eller ved en kombinasjon (slik som i dag i Hollenderiet). En kombinasjon vil teoretisk være det beste, fordi man da vil få mindre kondens og redusert fare for frostforvitring, i tillegg til redusert fare for saltforvitring. Men å varme opp store fabrikklokaler er svært energikrevende og kostbart, ikke minst når en tenker langsiktig. Oppvarming vil dessuten kreve store inngrep for å isolere bygningene og kan komme i betydelig konflikt med bevaringsverdiene.

Derfor er det i praksis et luftavfuktingsanlegg som peker seg ut. Dette vil også innebære nye installasjoner i fabrikkbygget, røropplegg osv., men det vil ikke være behov for isolasjon, kun lufttetting, noe som i seg selv kan innebære betydelige inngrep, men på langt nær så omfattende som isolasjon.

Vi har bedt Hamstad AS om å dimensjonere et luftavfuktingsanlegg som fungerer ned til -20 grader C og kan holde luftfuktigheten nede på 60% RH. Anlegget er ment for de verst saltskadde bygningsdelene, dvs. Sodahuset. Luthuset med Mikseriet og Fyrhuset. Tabellen under viser foreslått maskineri og dets maksimale teoretiske energiforbruk:

Bygningsdel	Luftvolum	Maskineri	Volum maskineri	Årlig maks. energiforbruk, kWh
Sodahuset	4540	Cotes C65 E 11	165 x 85 x 175	140 000
Luthuset	2140	Cotes C 35 5,6	55 x 80 x 110	70 000
Fyrhuset	1180	Cotes C 35 3,3	55 x 80 x 110	40 000
Totalt				250 000

Hamstad anslår en driftstid på ca. 25% av den maksimale kapasiteten, men understreker at det avhenger helt av fukttilgang og lufttetting. Den nåværende avfukteren i Hollenderiet er nå i drift 75% av tiden, men er innstilt på 40% RH som er lavere enn det som er hensiktsmessig de kalde delene av fabrikk.

En driftstid på 25% innebærer et årlig energiforbruk til avfukting av Sodahuset, Luthuset og Fyrhuset på 65 000 kWh, med 50% er vi oppe i 130 000 kWh og med 75% nær 190 000 kWh. Det er stor risiko for at driftstiden for et nytt anlegg vil være 50% eller over. Dette innebærer et betydelig energiforbruk. Det finnes imidlertid muligheter for å produsere denne energien internt, ved et minikraftverk med vann fra Svartelva – og relatert til fabrikkens eget gamle kraftverk. Slike investeringskostnader er ikke beregnet. På lang sikt kan en gå ut fra at et internt anlegg er både mindre kostnadskreven og bedre med hensyn til utslipp og miljø, i og med at Klevfos industrimuseum kan disponere de lokale fallrettighetene. Produksjonskapasiteten for et minikraftverk her er også i den størrelsesorden at behovet kan dekkes ved 50 prosent driftstid for et avfuktingsanlegg.

Klimakontroll vil også være også ønskelig spesielt i Kokeriet, men også i Papirmaskinhallen og Silhuset. Det er ikke regnet på energibehov ved klimatisering av disse sonene.

Kort om Klevfos og klimaforandring

Det er for fremtiden varslet høyere temperaturer og mer intens nedbør. Positivt for Klevfos kan være mindre frostforvitring, uten at vi i dag kan vurdere dette i detalj. Mulige hyppigere sykluser omkring frysepunktet kan virke negativt i forhold til det vanlige innlandsklimaet en har hatt på Klevfos. Men høyere temperaturer og mer intenst regn er av åpenbar stor betydning for saltforvitring. Det vil føre til mer oppbløtning og heftigere fordampning, begge negativt når det gjelder saltforvitring – med mindre det ikke utføres tiltak som kan redusere virkningene. Den ekstremt varme og tørre sommeren 2018 kan i så måte fortsatt stå som et varselskilt: Den sommeren ga etter alt å dømme betydelig mer forvitring enn en «normalsommer»

Konklusjoner og anbefalinger

Samlet kan undersøkelsene, resultatene, tolkningene og anbefalingene i DP1 oppsummeres slik:

Hovedårsaker til forvitring

- Kildene til massiv saltforvitring kan i all hovedsak tilskrives prosesskjemikaliene fra driften. Dette gjelder nær alle deler av cellulosefabrikken, ikke bare i delene for gjenvinning av kokelut, dog i mindre grad for «papirlinja».

- Det er fukt i grunnen og dårlig drenering som gjør at saltene er svært aktive og ødeleggende i Sodahuset, Luthuset, Fyrhuset og tilliggende områder. Der det er mye salt, men lite fukt, er det færre problemer, som i Kokeriet.
- Forvitringen er preget av at fabrikken stort sett ikke er klimatisert. Men dette er av mindre betydning for forvitring av murverk enn de betydelige problemene med grunnfukt. For rusting av jern og andre metalleder er imidlertid et inneklima med høy fukt og stort potensial for kondens et hovedproblem.

Anbefalinger

Indirekte bevaringsmetoder

- Grunnfukt og overvann i og omkring fabrikken må begrenses til et absolutt minimum. Dette innebærer et betydelig arbeid med drenering og påfølgende opptørking som vil kunne ta flere år, jfr. prosjektet «Vannets veier».
- Når grunnfukten og overvannet er under kontroll, og deler av fabrikken påvirket av dette har tørket ut, kan en i større detalj diskutere klimatisering på grunnlag av forholdene som observeres. Fabrikken vil generelt ha godt av klimatisering – reduksjon av luftfuktighet og dermed også begrensning av risiko for kondenshendelser.
- Å utføre klimatisering uten først å ha sterkt begrenset grunnfukten kan på flere steder vise seg å være lite virkningsfullt, i verste fall kontraproduktivt. I de fuktigste sonene vil et inneklima med lav luftfuktighet bidra til opptørking, men med stadig påfyll av fukt, vil saltkrystallisasjonen være intens.
- Parallelt med arbeidet for å eliminere grunnfukt må andre forebyggende arbeider utføres; det aller viktigste er å fjerne så mye som mulig av de saltinfiltrerte materialene i fabrikken, jfr. DP 2.
- Fjerning av saltinfiltrerte materialer bør også inkludere regelmessig fjerning av alt synlig salt på og langs vegger og installasjoner. Mekanisk fjerning av synlig salt, f.eks. ved støvsuging, vil alltid bidra til begrensning av forvitring på sikt.

Direkte bevaringsmetoder:

- Det er vist at bruk av offerpuss basert på enkle, kalkbaserte kalkmørtler vil ha stor betydning for bevaring av murverket, derfor bør innvendige murvegger pusses. Men det gjenstår å diskutere detaljer i omfang, utførelse og materialbruk. Praktisk utførelse må dessuten veies mot kulturminneverdier, f.eks. spor etter bruk og forfall på overleverte murverket. En diskusjon om dette finnes i hovedrapporten.
- Det frarådes å benytte irreversibel saltkonvertering basert på magnesiumklorid eller kalsiumklorid. Det er vist at slik behandling kan føre til økt forvitring. Det er også vist at innføring av klorid vil føre til økende problemer med rust.
- Ellers må restaurering av skadd murverk følge normale, godt kjente metoder: Utbytting av teglstein der det er nødvendig, bruk av kalkbasert mørtel for fuging og spekking og bruk av beslag der det f.eks. er stor fare for lekkasjer.
- Å hindre oppadstigende fukt ved å kutte tilgangen til fukt i nedkant av murverk med ulike typer fuktsperre kan bli aktuelt i deler av murverket, spesielt der murene ikke står på granittfundamenter og/eller har fuktsugende tegl under bakkenivå. Men slike tiltak er inngripende og må vurderes i nært samspill med dreneringstiltakene

Overvåkning og oppfølging

- Hovedtestfeltene bør følges i flere år for å få flere resultater/bekreftede foreløpige resultatene. Metodene for oppfølging bør være de samme som nå, men det er ikke behov for månedvis registrering som nå. I stedet kan en regelmessig følge opp etter hver sesong (vår, sommer, høst, vinter), dvs. i månedsskiftene april/mai, juli/august, oktober/november og januar/februar. Ved oppfølgingen av hovedtestfeltene er det naturlig at observasjoner fra de øvrige testfeltene inkluderes.
- Etter hvert som en starter med utførelse av tiltak foreslått i DP 1, er det nødvendig å etablere gode overvåkningsrutiner (f.eks. jevnlig fotografering) for å sjekke virkningen til tiltakene. At saltenes aktivitet reduseres er den viktigste indikatoren, men det kan også være fornuftig å etablere et system for direkte fuktovervåkning i viktige murverkspartier. Å måle fukt direkte med elektroniske metoder i svært saltbelastet murverk er krevende. Kanskje en bør benytte den tradisjonelle treklossmetoden, der en i egnede borrehull plasserer en trekloss, forseglar hullet og tar ut og veier den med jevne mellomrom, f.eks. på sesongbasis.

Delprosjekt 2: Kartlegging og forbedring av forurensningssituasjonen i grunnen

Forurenset grunn er hovedproblemet som ligger bak utfordringene i delprosjekt 1, men det er også et problem i et miljøperspektiv. Det er derfor blitt prioritert å identifisere omfang og karakter av grunnforurensingen, spesielt i Sodahuset og Luthuset. Natron- og sulfatprosessene har ført til basisk grunn i store deler av anlegget. Det var også risiko for tilstedeværelse av miljøgifter som gir annen skaderisiko og forutsetter andre typer tiltak.

En faktor som gjorde denne kartleggingen tidskritisk var at brannvesenet ikke ville bruke slukkevann fordi en mulig konsekvens kunne være kritisk giftig avrenning til Svartelva. Dette var en uholdbar situasjon for et fredningsverdig anlegg.

Forurensning er imidlertid også en viktig del av anleggets historie og kan være en verdifull del av formidlingen. Klevfoslukta er nå borte, men de svære haugene med mesakalk ligger igjen på begge sider av Svartelva og er blitt en del av anleggets historie. Prosessen i fabrikken kan på den ene side brukes til å fortelle om utnyttelse av lokale ressurser som tømmer og kraft fra elva, på den andre siden for formidling av en tidligere forurensende industri av stor nasjonal betydning. Dessuten var gjenvinningsprosessen av luten en forutsetning for økonomien i produksjonen. Det kaller vi i dag sirkulærøkonomi.

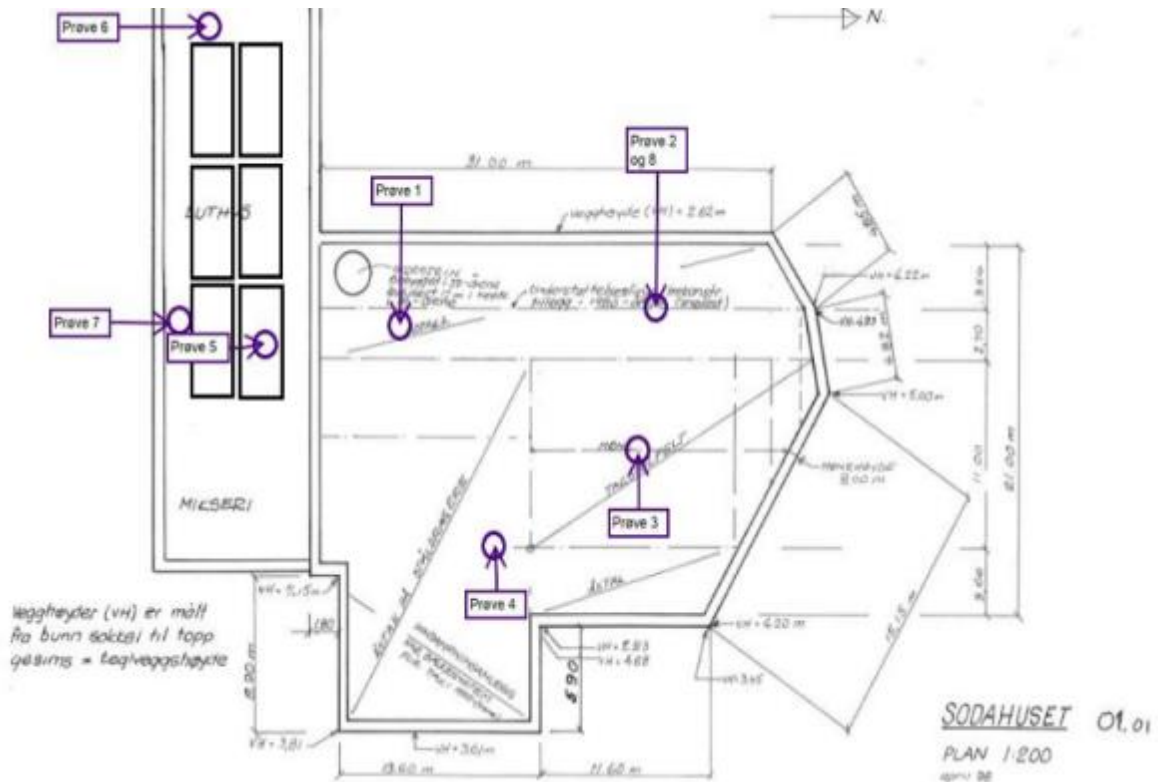


Haugene med mesakalk er en viktig del av industrimiljøet på Klevfos. De utgjør en varig endring av omgivelsene som følge av produksjonsprosessen slik som slagghaugene på Røros. Mesakalken er rent kalsiumkarbonat (glimrende til jordbrukskalk) og kan dermed ligge uten å gjøre skade på miljøet. Det bør prioriteres å holde haugene på fabrikkens side av elva fri for vegetasjon.

Utførte tiltak

Sweco har rammeavtale med Anno museum, og ble engasjert for å bistå med å ta ut prøver av masser inne i fabrikken og i grunnen inne og ute. Deres rapport forelå 15.12.2020.

Målet for undersøkelsen var å gi en oversikt over hvor mye kjemikalier som har blitt fjernet siden brannvesenet sist gjorde sine vurderinger og finne ut hvilke, og hvor mye, kjemikalier det er igjen i anlegget. Totalt ble det fjernet ca. 31 tonn med ulike kjemikalier fra fabrikkens i 2017. Det var i stor grad konsentrerte kjemikalier med vesentlig skadepotensial. Det ligger igjen ca. 180 tonn med løsmasser i Sodahuset og Luthuset. Noe av dette ønskes bevart på stedet som dokumentasjon av prosessen dersom det er miljømessig forsvarlig, bl.a. innholdet i lutkarene.



Sweco tok 8 prøver av løsmasser innvendig i Sodahus og Luthus. Det ble også tatt 4 vannprøver. Resultatene viser liten risiko for forurensning til Svartelva (Sweco 2020).

Dokumentasjonen av allerede fjernede stoffer og analysen av de resterende massene ble oversendt Hedmarken brannvesen. På det grunnlaget ble det avholdt et møte med dem 07.01.2021. Konklusjonen var positiv, og det er nå ingen restriksjoner på bruk av slukkevann dersom en brann skulle oppstå i anlegget.

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

Helsebaserte tilstandsklasser som angitt på kartet neste side (Golder 2021).



Kart over prøvesteder med klassifisering av massene på funnstedet. Bare punktet hvor det ligger fritt svartstoff ved sodaovnen er klassifisert som svært dårlig. Massene er relativt små og klart avgrensede (Golder 2021).

<p>S1-Gulv</p>	<p>En blandprøve av flere stikk fra 3 hull i bakken i området. Jordmasser, med noe sand.</p>	
----------------	--	--

Eksempel på prøvepunkt i Sodahuset (Golder 2021).

For det videre arbeidet med klassifisering av massene, risikovurdering og planlegging av fjerning og deponering ble Golder Associates as engasjert som rådgiver. De baserte seg på resultatene fra Sweco samt 14 nye prøver for å legge grunnlaget for en videre sanering av urene masser. Deres rapport forelå 28.05.21 og konkluderte med at massene ikke er å anse som spesialavfall, med mulig unntak av to prøvesteder hvor innholdet av fri karbon er høyere enn grenseverdien for deponering på 10 %.

Planen er å samarbeide videre med Golder for å innhente tilbud på sugebil for fjerning av masser og rimeligst mulig forskriftsmessig deponering. Arbeidene planlegges utført forsommeren 2022. Klevfos industrimuseum vil selv håndtere de massene som skal bevares på stedet av museumsfaglige årsaker. Det gjelder mindre prøver samt svartstoff, mesakalk og massene i de fire innerste lutkarene.

I den opprinnelige prosjektplanen inngikk kartlegging av grunnforholdene til bygningene i dette delprosjektet, siden vi så for oss graving for å ta ut prøver og fjerne masser som også ville kunne avdekke grunnfjell og fundamenteringsforhold. Siden det ikke ble nødvendig å gjøre større gravearbeider for å ta ut prøver, rapporteres kartlegging og arbeid med å avdekke grunnforhold og vannets veier under delprosjekt 1.

Konklusjoner og anbefalinger

Massene i Sodahus og Luthus er kartlagt. De er gjennomgående basiske som forventet og skal fjernes eller isoleres fra murverket for å hindre at de bidrar til ytterligere saltdannelse. Det er ikke avdekket miljøgifter eller forurensningskonsentrasjoner av andre typer som utløser behov for spesifikke tiltak. Massene som i dag ligger i anlegget, utgjør ingen akutt fare for forurensning til Svartelva og brannvesenet har igjen lagt inn bruk av slukkevann i sin tiltaksplan for Klevfos. Noen masser bevares for å dokumentere produksjonsprosessen. Resterende masser planlegges fjernet forsommeren 2022. Det er avgjørende for å redusere tilgangen på nye salter til murverket.

Fabrica vil understreke det formidlingspotensialet som ligger i fabrikkens forurensningshistorie og dermed betydningen av å bevare noen masser på kulturhistorisk grunnlag. Haugene av mesakalk bør skjøttes slik at de forblir synlige minner om produksjonen.

Delprosjekt 3: Forbedring og overvåkning av statisk stabilitet

Anlegget har enkelte statiske utfordringer ut over det som skyldes nedbrytningen av teglmurene. Fundamenter i tegl og betong under punktbæring av tak og maskineri er til dels svake punkter som lider under de samme nedbrytningsmekanismene som veggene. Bygningskonstruksjonenes stabilitet er også varierende og det har vært oppsprekninger i murverket i de høyeste bygningene. Ved siden av svikt i murverket er det rust på konstruksjonsstål, samt takkonstruksjoner som er underdimensjonerte ihht dagens krav for snø- og vindlaster.

De delene av bygningene hvor det må stilles spørsmål ved den statiske stabiliteten krever særlig oppmerksomhet. Her er det nødvendig å prioritere strakstiltak på tvers av overordnede prioriteringene for anlegget for å hindre uakseptabel risiko for personskade og tap av kulturminneverdier.

Det er det behov for særlig overvåkning av de potensielt ustabile delene av bygningsmassen. Det er avgjørende å ha oversikt over hvilke soner som er stabile og hvor det er aktiv skadeutvikling. Her er en rekke ulike metoder vurdert og utprøvet: gipsplomber, 3-D scan, lodd og fotografier.

Videre er det vurdert å differensiere bruken av ulike bygningsdeler og om det vil være hensiktsmessig å definere deler av anlegget som ikke-egnet for vanlig publikum. Hovedkonklusjonen på dette punkter er at det antagelig vil være mulig å lage en trygg passasje for guidede turer gjennom de viktigste delene av anlegget. Unntaket er perioder med større istandsettingsarbeider.

Forhold som er kritiske for statisk stabilitet er i hovedsak:

- Salt- og frostnedbryting av bærende vegger og maskinfundamenter av tegl og betong.
- Korrosjon i takkonstruksjoner og maskineri.
- Nedbrytning av treverk som resultat av lutnedbrytning og råtesopp.
- Grunnforhold og fundamentering.
- Skjevheter i skorsteiner som kan skyldes setninger, teglnedbrytning eller innbygget skjevhet.
- Dimensjonering takkonstruksjoner pga. redusert varmetap og nye forskriftskrav.
- Dimensjonering gulvkonstruksjoner i henhold til nye forskriftskrav.

I delprosjekt 4 er det gjort en generell vurdering av bygningsmassen tilstand hvor bygningsdelene er inndelt i 3 kategorier. Kategori C er bygningsdeler og installasjoner med påviste skader, skader under utvikling og vesentlig risiko for svikt i stabilitet eller bæreevne. Det er disse deler av bygningen som krever særlig oppmerksomhet.

Vi har funnet det mer hensiktsmessig å rapportere samlet på tilstand og istandsettingsbehov i kapitlet om delprosjekt 4. Dette kapitlet avgrenses til en presentasjon av arbeidet med strakstiltak og risiko knyttet til stabilitet som ikke har gitt seg utslag i spesielle skader. Dessuten blir overvåkningstiltak drøftet her.

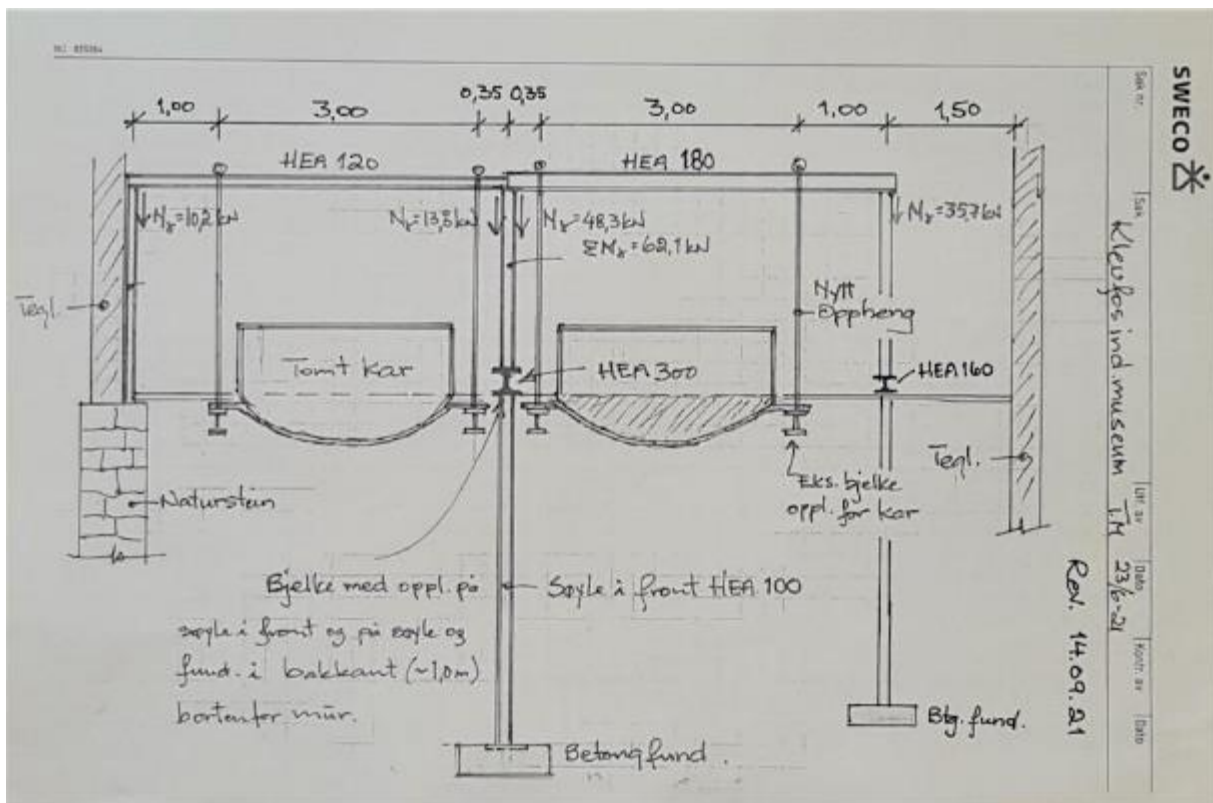
Strakstiltak stabilitet

Det er Sodahuset og Luthuset som har de mest akutte statiske utfordringene etter at både et av filterkarene og varpa er stemplet opp etter delvis kollaps av bæring. Det var utarbeidet et tilbud av Sweco i samarbeid med arkitekt Atle Ottesen for stabilisering av tak og maskiner, samt etablering av en sikker publikumstrase ved hjelp av stålkonstruksjoner. Dette prosjektet er nå satt på vent.

Målsetningen for dette delprosjektet har vært å gjennomføre sikring av de to konstruksjonene med et minimum av fysiske og visuelle inngrep. Det vil si å henge opp silkar og varpetromlene i stålkonstruksjoner. En slik løsning vil også gi ekstra bæring for taket over Sodahuset. Sweco har bidratt med prosjektering av tiltaket i samarbeid med Ilseng Maskin som utførende. Prinsippet for oppheng av silkarene er godkjent av kulturminneforvaltningen og tiltaket er nylig utført. Prosjektering for oppheng av varpe og forsterket bæring av Sodahusets tak er påbegynt og prinsippskisse foreligger.



Midlertidige sikringstiltak for det sørvestre silkaret i Luthuset etter at det ene fundamentet ga etter.



Tegning støttekonstruksjon i stål for silkar i Luthus. Sweco 2021.



Silkaret er sikret og heist opp i posisjon. Foto: Arild Teppen/Anno museum nov. 2021.



Den sørligste av de tre varpeovnene er hengt opp i en galgekonstruksjon i tre. Den henger i kjettinger strammet med strekkfisker.

Varpas fundament er også ustabil. Et av fundamentene er midlertidig sikret med en trekonstruksjon. Det er vurdert at alle de tre varpeovnene bør sikres permanent gjennom oppheng i en stålkonstruksjon. En slik konstruksjon kan i tillegg gi ytterligere støtte til taket. Sweco arbeider med å prosjektere denne konstruksjonen etter føringer fra Fabrica og Anno Klevfos. Planen er at Ilseng maskin bygger sikringen i løpet av vinteren 2021-2022.

Roterovnen er også vurdert av Sweco på befaring med Fabrica 30.12.2020. Den hviler på tre betongfundamenter som fremstår som solide og gir i prinsippet ikke press på fundamentene til varpa i den ene enden eller sodaovnene i den andre. Ved nedbrytning kan disse heller hvile på roterovnen. Den bidrar dermed til stabiliteten i hele ovnsforløpet.

Andre forhold som kan virke inn på stabiliteten over tid

Utover de skadene som er akutte og iøynefallende finnes det ulike risikoer for et slikt bygningsanlegg som det er viktig å være oppmerksom på. Det gjelder for eksempel fundamentering og dimensjonering av takkonstruksjoner for snø og vindlast. Kunnskapsprosjektet har ikke gjort noen fullverdig vurdering av disse spørsmålene, men vi vil likevel drøfte dem kort.

Fundamentering

Anlegget preges i svært liten grad av setningsskader, noe som indikerer god byggegrunn og solide fundamenter. Som drøftet i delprosjekt 1 har vi ikke full oversikt over grunnforholdene, men antar at bygningene er fundamentert på en kombinasjon av fjell og faste morenemasser. På denne

nå med ulike mørtler og tegltyper. Pipa heller mot sydvest. Den ble derfor inspisert fra nordøst. Hverken kikkert eller fotografier viste tegn til sprekkdannelse ut over risset nevnt over.



Scan og sammenstilling: Terratec.



Pipa viser spor etter flere runder med utbedringer og reparasjoner. Det er ingen synlige sprekker eller aktive skader, men noe nedfall av tegl inne i pipa.



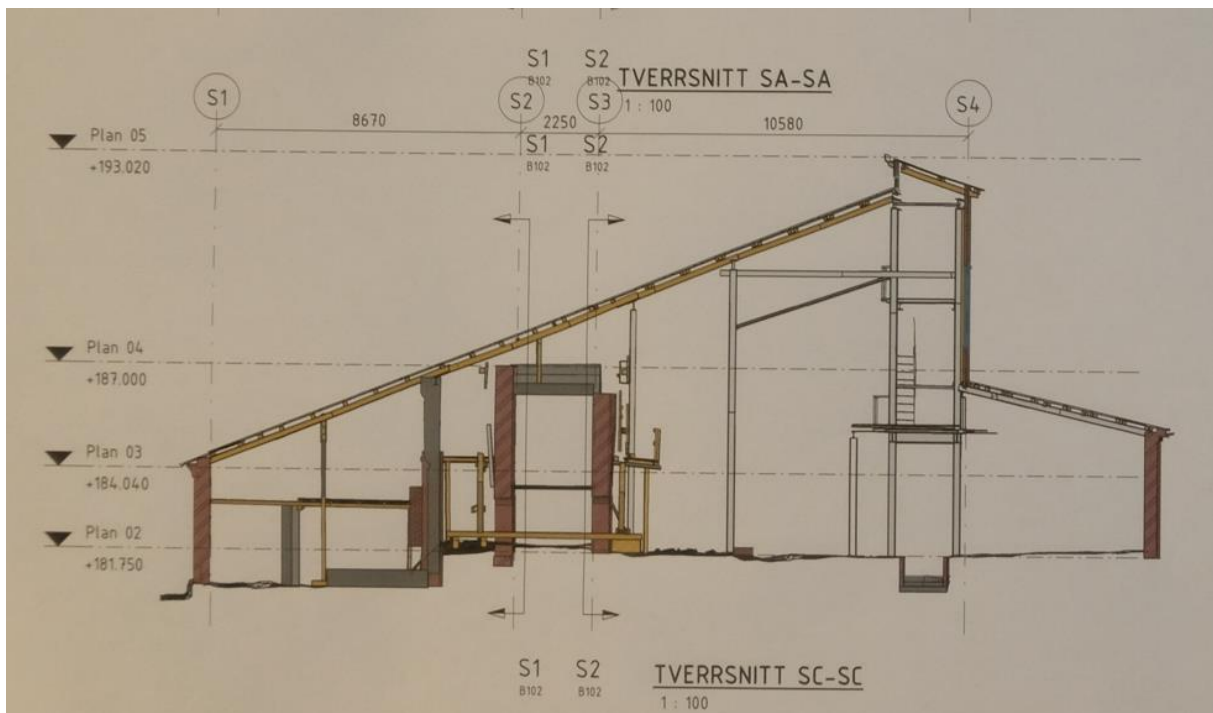
Fyrhuspipa ser ikke ut til å ha større skjevheter. I de lavere delene er det murverksnedbrytning og helt utvaskede fuger i nedre parti. Dybde på åpne fuger må sjekkes og strakstiltak med spekking må gjennomføres neste sesong, sammen med undersøkelser av pipas innvendige tilstand.

Dimensjonering takkonstruksjoner pga. redusert varmetap og nye forskriftskrav

Gjennomgående er det lette sperretakskonstruksjoner av tre i anlegget. I Sodahuset er det et pulttak med svært stort spenn. Dette er understøttet med vertikal bæring i form av stålbjelker og trepilarer.

I fabrikktiden var det stort varmeoverskudd i de fleste delene av anlegget og de uisolerte takene ble så varme at snø aldri la seg over tid. Uten denne oppvarmingen er det fare for betydelige snølaste som takene ikke er dimensjonert for. Det er ikke gjort beregninger av takkonstruksjonene, men det er vesentlige avvik fra gjeldende normer og forskrifter for nybygg. Erfaring tilsier at det i seg selv ikke trenger å utgjøre kritisk risiko når konstruksjonen har greid seg godt over tid.

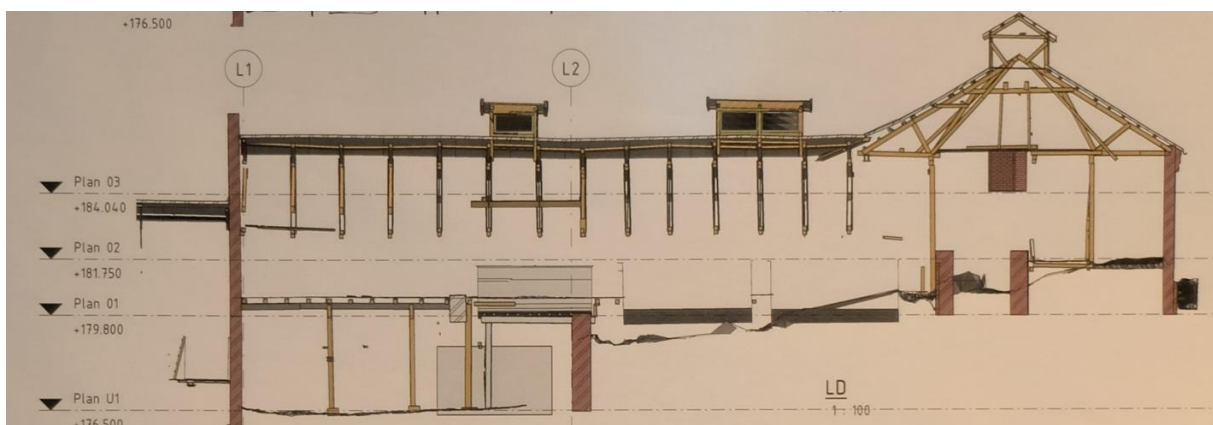
Det er imidlertid to forhold som tilsier særlig varsomhet på Klevfos. Det gjelder spesielt taket over Sodahuset. Her er det betydelig korrosjon i bærebjelkene. Enkelte av fundamentene er også skadd. Se rapport fra delprosjekt 4. Slike skader i kombinasjon med økende fare for sterk nedbør med fuktig snø kan medføre fare for kollaps når bæringen er så marginal som i dette tilfellet. Opphenget av varpa vil bidra med noen ekstra støttepunkter for taket, men det bør gjøres en helhetlig vurdering av bæreevnen til sodahustaket og hvordan denne kan styrkes med minimale inngrep.



Snitt gjennom Sodahuset som viser pulttaket med stort spenn og punktvis vertikal bæring.

Dimensjonering gulvkonstruksjoner i henhold til nye forskriftskrav

For en stor del har fabrikkanlegget gulv rett på grunn, men i enkelte områder er det tredekker eller murte dekker på stålkonstruksjoner. Enkelte steder er det skader i dekkene som drøftes i delprosjekt 4. Siden dekkene er dimensjonert for industriell bruk med for eksempel transport av mesakalk i tunge vagger i Luthuset, bør det i utgangspunktet være god margin for bruk som publikumsarealer, forutsatt at tilstanden ikke er vesentlig svekket.



Tregulvet i Luthuset er dimensjonert for mesakalkvaggene og det bør gi god margin til dagens bruk. Deler av treverket er imidlertid nedbrutt og må utbedres, jf. delprosjekt 4

Overvåkning

Tilstanden i fabrikkkanlegget, hvor spesielt en del av murverksskadene er aktive, krever at utviklingen overvåkes etter et skreddersydd program. Som del av Riksantikvarens program for teknisk-industrielle kulturminner har Klevfos hatt faste rutiner for oppfølging av tilstanden i anlegget. Systemet har blitt endret etter behov. Da skadeutviklingen ble klart merkbar i perioden mellom 2018 og 2020 skjerpet Anno overvåkingen.

Eksisterende program frem til 2020

Lufttemperatur og relativ fuktighet

- Automatisk registrering/dokumentasjon i et SD-anlegg. I drift siden mars 2019. Fukt og temperatur inne i anlegget dokumenteres. Utvendig er det etablert en egen værstasjon.

Utvendig forvitring i teglstein og fuger

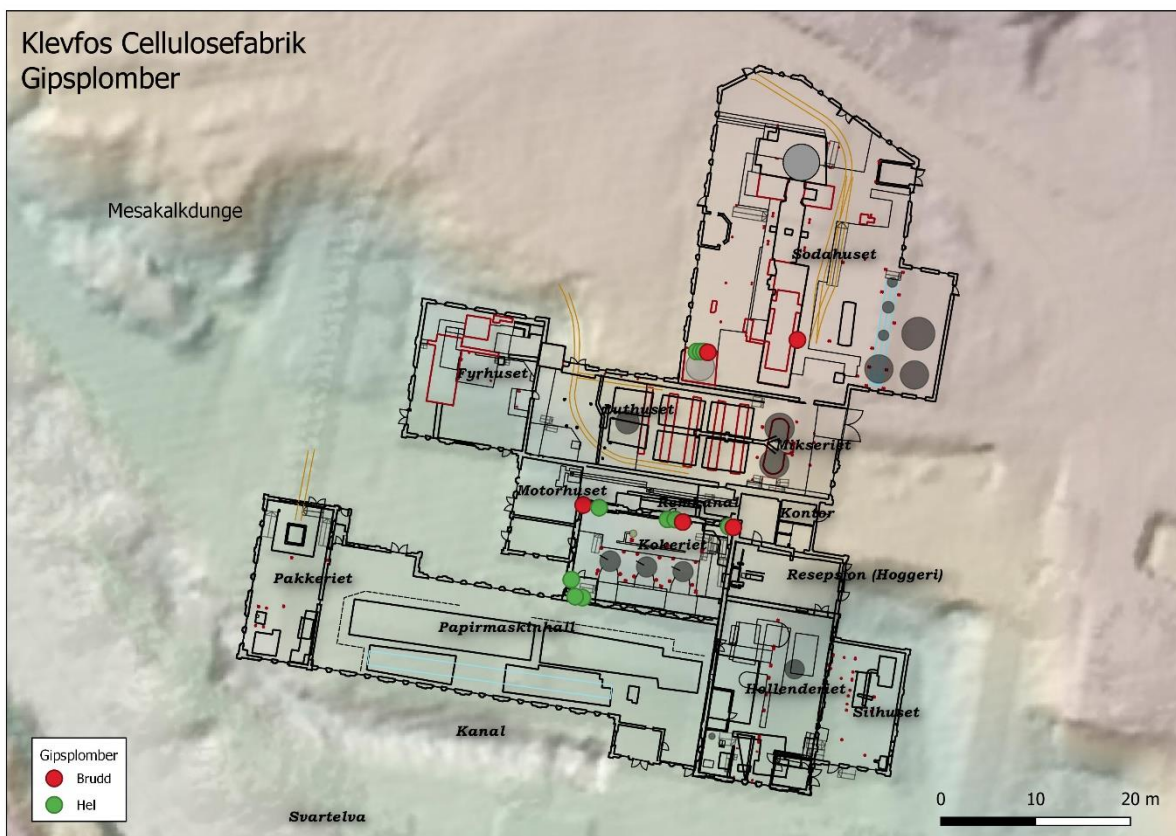
- Oppsamlingsbrett er montert på utvalgte veggfelt. Oppsamling og veiing av oppsamlet materiale utført i faste intervaller dokumenterer skadeutvikling jf. delprosjekt 1.

Setninger i teglvegger og teglmurte installasjoner

- Utvikling av skader overvåket ved bruk av gipsplomber, om plombe fortsatt er intakt eller har sprukket opp, er blitt fotodokumentert.
- Ukentlig sjekkrunde gjennom kritiske steder i anlegget, visuelle observasjoner som dokumenteres med foto.
- Utvidet kontroll ved spesielle værforhold, f.eks. i tørkeperioder og ved store nedbørsmengder.

Videre utvikling av overvåkning

Et tema har vært å vurdere behovet for videre overvåkning som kan gi mest mulig trygghet mot overraskende hendelser. I delprosjekt 1 anbefales oppfølging av de forsøksfeltene som er etablert og ytterligere overvåking for å vurdere effekten av anbefalte tiltak for å stabilisere murverksnedbrytningen. I tillegg er det behov for å overvåke deler av anlegget som kan være statisk ustabile. Målsetningen er å finne metoder som er så enkle og lite ressurskrevende at de kan gjennomføres løpende med eget mannskap. Prinsippene bak overvåkingstiltakene som er blitt utført frem til 2020 bør i hovedsak videreføres.



Situasjonsplan som viser plassering og status for gipsplomber pr. 01.10.2021.

Gipsplomber

Gipsplomber på sprekker i murverk er en gammel og utprøvd metode. Det koster praktisk talt ingenting å sette i en plombe og påliteligheten er svært høy, bevegelse i murverket vil gi riss eller sprekke i plomben. Med større bevegelser kan sprekkenes bredde måles. Metoden egner seg imidlertid best til å stadfeste om en skade er aktiv og er mindre brukbar til å følge utviklingen over tid.

Kunnskapsprosjektet har kartlagt eldre gipsplomber og etablert enkelte nye. Systemet er nå forbedret og utvidet av restaureringshåndverkerne på Klevfos. Alle plomber i fabrikkens er nå registrert på nytt og logget i en tabell i Excel. Til systemet hører fotomapper og kart med stedsangivelser. Det er også satt nye plomber der det er brudd i eksisterende. Det anbefales sterkt at dette arbeidet videreføres, med spesielt blikk for om kritiske bygningsdeler har en aktiv skadeutvikling. Det må tas høyde for at brudd i plombene også kan skyldes sesongsvingninger.

Fastmerker

Der det er en erkjent aktiv skade, men samtidig en vurdering av at skadene kan utvikle seg en del før det er nødvendig å gjøre tiltak, vil det være behov for å overvåke hvor mye skaden utvikler seg. Da er det nødvendig å sette fastmerker på hver side av sprekken og måle mellom disse med elektronisk skyvelær e.l. Systematisk overvåkning helst hver måned er nødvendig for å vurdere eventuelle sesongsvingninger. Metoden gjør det mulig å følge utviklingen over tid og handle raskt dersom det skjer en plutselig utvikling. Fastmerkene kan for eksempel være kobbernagler. Slike fastmerker er p.t. ikke etablert på Klevfos, men kan være et aktuelt tiltak.

Lodd

Lodd kan være en enkel form for fastmerke dersom de henges opp i et fast punkt med en tråd som er temperaturstabil. Spisse murerlodd er godt egnet og vil kunne brukes til å påvise bevegelser både horisontalt og vertikalt. Da det var usikkerhet om de to fremre silkarene i Luthuset beveget seg ytterligere ble det satt opp lodd over hvert av de fire hjørnene på de to silkarene. Resultatet ble ikke pålitelig da opphenget ikke var sikkert og loddene ble hengt opp på nytt uten dokumentasjon av tilstanden før flytting. Det er ikke satt opp lodd i anlegget nå, men metoden er enkel og kan være aktuell i fremtiden.

3D-scan

Punktskye som er laget av Klevfos har en feilmargin på opptil 10 millimeter. Den kan dermed ikke brukes til å overvåke utviklingen i små sprekker, men vil kunne fange opp større bevegelser. Det er også mulig å ta mer presise scan av mer begrensede bygningsdeler og følge disse over tid. Metoden forutsetter 3D-scanning og er dermed relativt kostnadskrevende.

Det gjennomførte scannet viste, som nevnt over, at Sodahuspipa er 24 centimeter ute av lodd. Det er et avvik det kan være interessant å følge opp med et nytt scan om 1- 3 år. Samtidig bør det vurderes om andre bygningsdeler også bør overvåkes med denne metoden.

Fotografi

Jevnlig fotografering av et skadested over tid kan være en god metode. Fotografi gir visuell og lett forståelig dokumentasjon av utviklingen. Metoden krever imidlertid nøyaktighet når det gjelder fotostandpunkt, belysning og innstilling av kamera. Opplevelsen av skaden vil kunne variere sterkt ut fra lysforhold og visuelle faktorer, som om skadestedet er fuktig eller tørt. Metoden krever derfor stor nøyaktighet og fotografier må generelt benyttes med varsomhet. Bare der det er sterk skadeutvikling eller lang tidslinje er metoden sikker.

Det anbefales å etablere en rekke fotopunkter for å dokumentere kritiske punkter i fabrikanlegget. Det bør fotograferes fra stativ med fast ståsted og mest mulig stabile lysforhold med tidsintervaller på for eksempel to måneder. Det vil gi bildeserier som dokumenterer utvikling over tid og fanger opp eventuelle sesongsvingninger på en lettfattelig og pedagogisk måte.

Inspeksjonsrunder

Det bør gås jevnlig inspeksjonsrunder gjennom anlegget etter en fast rute og tidsplan. Lag en plan med faste observasjonspunkter, som også kan benyttes som en sjekkliste. Samtidig er det viktig å ha øye for uforutsette endringer. I et komplekst anlegg som Klevfos kan endringene komme der du minst venter det. Det anbefales å etablere månedlige inspeksjonsrunder som gjennomføres på fast dato etter oppsatt rute og sjekkliste.

Anbefalinger for overvåkning

- Vi anbefaler generelt at akutte eller alvorlige skader blir fulgt opp med inspeksjonsrunder med jevne intervaller som loggføres og dokumenteres med fotografier eller eventuelt på annen måte.
- De etablerte gipsplombene overvåkes jevnlig og suppleres med nye kontrollpunkter etter behov.
- Behovet for å ta i bruk dokumentasjonsmetoder som fastpunkter, lodd og 3D-scan vurderes fortløpende.

Differensiert bruk

Bruken av anlegget vil påvirke risikovurderingene. Det stilles andre krav til soner som tilrettelegges for publikum, enn til deler av fabrikken som blir stengt av for vanlig besøk. Det gjør at vi har vurdert om skadde områder som Luthus og Sodahus bør stenges for vanlig museumspublikum eller om det bør gjøres særlige tiltak for å etablere publikumssikre soner.

Den innelukkede publikumsruten som Sweco foreslo gjennom Sodahuset var tenkt å gi publikum en trygg vei gjennom en utsatt del av bygningen. Vår vurdering er at en slik løsning vil medføre store og komplekse inngrep, samt være kostbare. Sikringstiltak bør være universelle, det vil si rettet mot både personsikkerhet og sikring av bygninger og konstruksjoner mot videre nedbryting. Det vil generelt være den mest effektive måten å ivareta både kulturminneverdier og behovet for publikumssikre bygninger.

Anlegget inneholder imidlertid mange soner som ikke kan tilrettelegges for publikum på en trygg måte. Den enkleste måten å håndtere dette på er å tilrettelegge besøket i hele eller deler av anlegget som guidede turer. Slik kan man lage en fast rute hvor publikum unngår områder som ikke kan sikres tilstrekkelig.

Det kan være hensiktsmessig å dele anlegget inn i ulike soner, for eksempel områder hvor publikum vandrer fritt, områder hvor publikum ferdes i følge med guide og arealer som bare gjøres tilgjengelige i spesielle sammenhenger eller for et mer begrenset publikum.

Konklusjoner og anbefalinger

- Videreføre arbeidet med sikring av silkar og varpe.
- Foreta en nøktern statisk vurdering av sodahustaket og sikre svekkede bærepunkter.
- Følge opp alle bygningsdeler og maskineri med åpenbare eller sannsynlige statiske problemer jf delprosjekt 4, med overvåkning og en kortsiktig tiltaksplan.
- Videreføre jevnlig overvåkning av mulige aktive skadeområder med enkle midler (gipsplomber, fastpunkter, detaljfoto osv.)
- Vurdere bruk av 3D-scanning som metode for å kartlegge avvik på noe lengre sikt.
- Det anbefales ikke å gjøre større fysiske tiltak for å tilrettelegge for publikumssikkerhet, men det kan være hensiktsmessig å dele anlegget opp i soner med ulik tilgang.

Delprosjekt 4: Identifisering av skader på overordnet nivå for hele anlegget

Delprosjekt 4 handler om den bygningstekniske tilstanden til fabrikkbygningen vurdert på et overordnet nivå. Formålet har vært å identifisere og karakterisere skadetyper som er viktige å ta hensyn til i vurderingene av om det er mulig å bevare hele anlegget med bygninger og installasjoner. Mindre skader som kan utbedres ved vedlikehold eller små reparasjoner er ikke vektlagt.

Delprosjektet er nært knyttet til delprosjekt 1 om forvitring og delprosjekt 3 om stabilitet. Begge handler om avgjørende bygningstekniske problemer i anlegget med tanke på fremtidig bevaring.

Bakgrunn

Siden 1980 har det årlig blitt utført tiltak for å bedre tilstanden til fabrikkbygningen på Klevfos. Dette er godt dokumentert i årsberetninger for Klevfos Industrimuseums venner og i Riksantikvarens arkiv. Et eget istandssettingsprosjekt for selve fabrikkbygningen, ble gjennomført i 2012 og 2013. Grunnlaget for prosjektet var i stor grad en tilstandsanalyse utført av Sivilingeniør Finn Madsø AS i 2010. Etter fullført prosjekt gjorde Asplan Viak opp status for tilstanden til anlegget i 2014 og vurderte det til å ha et «tilfredsstillende vedlikeholds nivå». På det grunnlaget klassifiserte Riksantikvaren anlegget som istandsatt.



Ombygging og utbedring av tak over Motorhuset med traforom og Remkanalen i 1994. Foto: RA.

Siden den positive tilstandsstatusen fra 2014 har skadene og nedbrytningen i deler av anlegget, i første rekke lutgjennivningsanlegget, forverret seg vesentlig. Enkelte bærende konstruksjoner, særlig vegg- og stolpekonstruksjoner, som da ble vurdert til å være i bra stand, ville nå vært statisk ustabile

hvis ikke sikringsarbeider hadde blitt gjennomført. Anno museums *Notat om fabrikkbygningens tilstand* fra 2019 inneholder en oppsummering og kartfesting av de viktigste problemområdene (salt, deformasjoner i murverk, ustabile fundamenter osv.) og sikringsarbeidene. Museet gjorde i samarbeid med andre institusjoner undersøkelser og tester i 2018 og 2019 som tydet på at ulike saltforbindelser spiller en avgjørende faktor i nedbrytningsprosessene, slik det fremgår av DP 1.



Fra arbeid i 2013 med utbedring av skader i nordveggen til Papirmaskinhallen. Foto: Anno Museum.

Tidligere tilstandsrapporter

1998: Multiconsult, *Vedlikeholdsplan for Klevfos papir & cellulosefabrikk*. Rapport som gjelder alle deler i fabrikkbygningen og resterende bygninger som tilhører museet. Rapporten inneholder en tilstandsanalyse av hver enkelt bygning med tilhørende vedlikeholdsplan.

2008: NIKU, om skader i Kokeriet. *Rapport NIKU – bygninger nr 24/2008*.

2010: Sivilingeniør Finn Madsø AS, *Klevfos industrimuseum – Tilstandsvurdering av teglbygg*. Rapport som gjelder alle deler av fabrikkbygningen, med eget kapittel om Kokeriet.

2014: Asplan Viak AS (Trondheim), *Klevfos Industrimuseum – tilstandsanalyse*. Rapport som gjelder alle deler i fabrikkbygningen, samt vannhus, smie og verksted.

2019: Anno Museum, *Notat om fabrikkbygningens tilstand*. Rapport som også gjelder installasjoner i fabrikkbygningen.

Ikke nevnt her: Flere andre rapporter med fokus på spesifikke emner, bl.a. stabilitet, salter og brannsikring.



Fra istandsetting av murverk øverst i østgavlen til Kokeriet i 2012. Foto: Anno Museum.

De eksterne tilstandsrapportene som er nevnt her inneholder analyser som i hovedsak er basert på visuelle observasjoner av tilgjengelige bygningsdeler og overflater. I noen tilfeller er registreringene supplert med enkle målinger eller tester. Det økte forfallet i årene etter 2014 viste at skadesituasjonen i fabrikkbygget var alvorligere og mer kompleks enn det som fremkom av analysene fra 1998 til 2014.

Tilstandsarbeidet og dokumentasjonen av utført vedlikehold og istandsetting viser at fokus frem til rundt 2015 har dreid seg om reparasjoner av teglmurverk, drenering av vann i grunnen, forsterkning og tetting av tak og montering av renner og nedløp (som bygningen stort sett ikke hadde på forhånd). Fabrica startet med å gjøre første runde med tilstandsanalyser våren 2020. Det ble raskt klart at tilstanden på overordnet nivå var betydelig verre enn vurderingene i tidligere tilstandsrapporter, som i liten grad hadde vektlagt vann i grunnen kombinert med saltforvitring som den største utfordringen. Annos vurderinger i 2019 alarmerte om saltproblemene, ikke minst på bakgrunn av økning av saltskader under tørkesommeren i 2018, men vann i grunnen ble ikke tatt opp på bred basis.

Frem til rundt 2018 har vurderingene og tiltakene altså i liten grad handlet om salter og hvordan vann i grunnen fører ulike salter og andre rester etter de kjemiske prosessene i fabrikkbygget opp i teglvegger og andre murte og støpte konstruksjoner. Det gjelder i stor grad teglmurverk i vegger eller i grunnmurte installasjoner i fabrikkbygget, eksempelvis teglovnene i Sodahuset og fundamentene for silkearene i Luthuset. Asplan Viak nevner salter eller karbonater ett sted, i analysen av Sodahuset. Forekomsten av hvitt belegg på murverket antas å være et karbonat som ikke er skadelig, til tross for at tilhørende fotodokumentasjon viser betydelige saltutfellingene på teglmur i alle bygninger. Multiconsult påpeker i sin vedlikeholdsplan fra 1998 at det er «mye saltutslag på teglveggene» i Sodahuset, i en post som handler om innervegger, men beskriver ikke årsaker, konsekvenser eller tiltak. Madsøys rapport beskriver saltutslagene som «kalkutslag».

Bortsett fra Annos egne observasjoner og analyser, har involverte fagmiljøer i liten grad vurdert hva salter betyr for fabrikkens tilstand og hvilke tiltak som er nødvendige for å begrense denne forvitringen. Slike vurderinger er i foreliggende rapport omtalt i kapitlet om DP1.

Tilstand – status i 2014

Tilstanden til fabrikkbygningen (egentlig 10 bygninger) ble registrert og vurdert av Asplan Viak i 2014. Tilstanden til hver bygningsdel i hver bygning ble vurdert etter retningslinjer i Norsk Standard *NS-EN 16096:2012, Bevaring av kulturminner - Tilstandsanalyse av fredete og verneverdige byggverk*. Hver bygningsdel har fått en tilstandsgrad. Betydningen til hver tilstandsgrad (TG) er forklart i tabellen under (kilde: NS-EN 16096).

Tilstandsgrad	Symptomer	Tiltaksbehov
TG 0	Ingen symptomer	Ingen tiltak nødvendig
TG 1	Svake symptomer	Ordinært vedlikeholdsbehov
TG 2	Vesentlige symptomer	Moderate utbedringer nødvendig
TG 3	Kraftige eller alvorlige symptomer	Store utbedringer nødvendig

Oversikt som viser hvordan tilstanden ble vurdert av Asplan Viak i 2014

	Tilstandsgrad										
	Sodahus	Luthus	Motorhus	Remkanal	Huggeri	Kokeri	Hollenderi	Silhus	Papirhall	Pakkeri	Fyrhus
Gr.forhold	1	1	1	-	-	1	-	1	1	1	1
Terr./dren.	2	0	1	1	1	1	2	1	1	1	0
Fundament	1	1	1	-	-	1	-	1	1	1	1
Yttervegg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Søyler/drager	2	1	1	-	-	2	2	1	0	0	-
Golv	0	0	-	-	-	1	3	3	0	0	-
Dører utv.	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1
Vinduer	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1
Takkonstr.	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-
Taktekking	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
Renner/løp	-	0	2	-	-	-	0	-	-	-	1

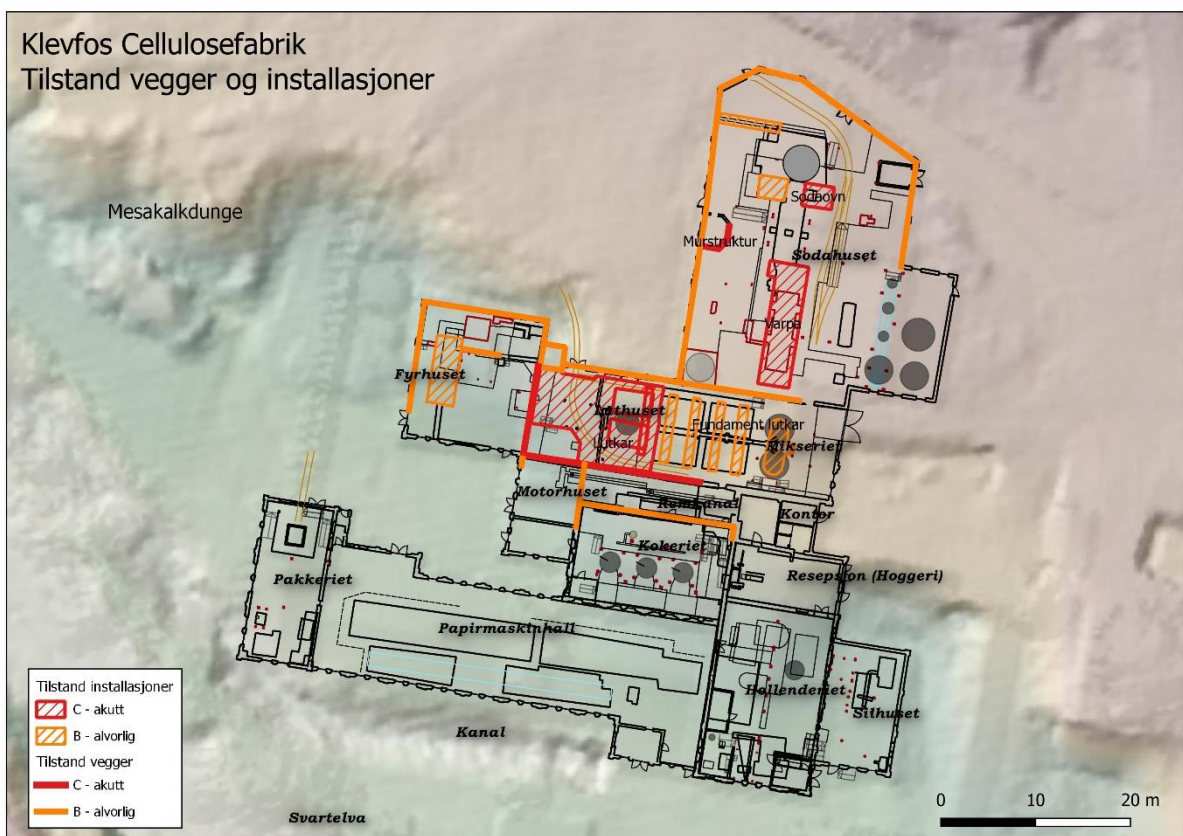
I hovedsak viste analysen til Asplan Viak at bygningene var i god stand, altså at det meste av bygninger og bygningsdeler var i tilstandsgrad 1, dvs. på ordinært vedlikeholds nivå. Det var behov for noe utbedring, bl.a. av drenering, korrosjon i overflater til søyler og bjelker og utette takbeslag i overganger mellom bølgeblekk og teglvegger. I tillegg ble to tregolv gitt tilstandsgrad 3. Skader i teglvegger begrenset seg til beskrivelser av mindre skader i stein, særlig ved ytre murliv. Videre nevner rapporten at temperatursvingninger kombinert med fukt vil kunne sette fart i skadeutviklingen.

Tilstand – status i 2021

Fabrica kulturminnetjenester har gjort tilstandsanalyser i alle deler av fabrikkbygningen i perioden fra mai 2020 til september 2021. Registreringer og vurderinger er gjort på et overordnet nivå. Formålet har vært å kunne identifisere skadetyper og –steder og foreslå tiltak som er avgjørende for bevaring av Klevfos som kulturminne med minst mulig tap av kulturminneverdier. Sentrale tilstandstema som forvitring, forurensning og stabilitet er valgt ut og grundig behandlet i egne delprosjekter.

Tilstandsanalysen er ikke komplett, men er innrettet mot å forstå det store bildet. Det innebærer at det ikke er gjort registreringer av en rekke mindre skader.

Sammendrag av tilstanden i anlegget



Situasjonsplan som viser hvilke deler av vegger og installasjoner i anlegget som har akutte eller alvorlige skader.

Oppsummert er tilstanden klart verst i den kjemiske delen av anlegget, spesielt i Sodahuset og Luthuset og dels i Remkanalen, Kokeriet, Motorhuset og Fyrhuset. Den viktigste skadeårsaken er

vann i grunnen under og inntil bygningene, samt kondens. Vann i grunnen fører ulike salter og andre rester etter de kjemiske prosessene opp i teglvegger og andre murte og støpte konstruksjoner.

Skadesituasjonen er akutt for:

- Vestvegg og sørvegg i Luthuset.
- Golv i vestre del av Luthuset.
- Teglvegg i motorrom vest i Sodahuset.
- Den østre smelteovnen i Sodahuset.
- Varpa i Sodahuset.
- Fundamentet for ett silkar (lutkar) vest i Luthuset.

Uten at skaderisikoen er akutt, er det i samme område av anlegget flere bygningsdeler og installasjoner med statiske eller andre alvorlige utfordringer:

- Deler av teglvegger i Sodahuset, Luthuset, Fyrhuset og mindre deler av vegger i Kokeriet og Motorhuset.
- Den vestre smelteovnen i Sodahuset.
- Fundamenter for resterende silkar (lutkar) i Luthuset og fundamenter for to miksetanker i samme bygning.
- Ovn under dampkjel i Fyrhuset.

I vurderingen av alvorlige skader har det vært viktig å skille mellom skader med alvorlige konsekvenser og skader med akutt skaderisiko. Dette avviker fra graderingene av tilstand og konsekvens i Norsk Standard. Følgende gradering av tilstand brukt av Fabrica på Klevfos:

A	Bygningsdeler og installasjoner med normal risiko mht. stabilitet, bæreevne og forvitring.
B	Bygningsdeler og installasjoner med statiske eller andre alvorlige utfordringer.
C	Bygningsdeler og installasjoner med akutt skaderisiko (brudd, utrasing o.l.).

Oversikt som viser hvordan tilstanden til bygninger og bygningsdeler er vurdert i 2021

	Tilstand										
	Sodahus	Luthus	Motorhus	Remkanal	Hoggeri	Kokeri	Hollenderi	Silhus	Papirhall	Pakkeri	Fyrhus
Grunnforhold	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Terr./dren.	C	C	A	B	B	B	B	B	A	A	B
Fundamenter	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Teglvegger	C	C	B	B	A	B	A	A	A	A	B
Søyler/drager	B	B	A	-	-	A	A	A	A	A	A
Golv	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A
Takkonstr.	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A
Taktekking	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Renner/løp	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A

Oversikt som viser hvordan tilstanden til installasjoner er vurdert i 2021

Bygning	Installasjon	Tilstand
Sodahus	Ovn, østre	C Teglmurt smelteovn, holdt sammen av stålrammer.
Sodahus	Ovn, vestre	B Teglmurt smelteovn, holdt sammen av stålrammer.
Sodahus	Varpa	C Stort teglmurt fundament for varpeaggregatet.
Luthus	Silkar, fundament	C Teglfundament for ett silkar i vestre del.*
Luthus	Silkar, fundament	B Samme type teglfundament for fem andre silkar.
Luthus	Miksetanker, fund.	B Teglfundament, påstøpt betong.
Fyrhus	Ovn	B Stor teglovn med dampkjel.
	Felles	Alle disse installasjonene har alvorlige skader knyttet til salt- og frostforvitring. Jf. DP1.

* Fundamentet ble avlastet og silkaret ble sikret i november 2021.



Alvorlige forvitringsskader og setninger i fundament for silkar vest i Luthuset. Foto: Anno Museum.

Større tiltak som ikke er direkte knyttet til tilstandsvurderingen

Enkelte store poster fremgår ikke av den overordnede tilstandsvurderingen som er presentert over. Det gjelder påføring av offerpuss som er en av anbefalingene i delprosjekt 1, samt tiltak for brannsikring og rustbehandling av maskineri og konstruksjoner av jern. Dette er tre kostnadskrevende tiltak som er nødvendige å gjennomføre på kort sikt for å ivareta anleggets kulturminneverdier og unngå uakseptabel risiko.

Vi vurderte også om vindusrestaurering skulle inkluderes i dette kostnadsoverslaget, men er i samarbeid med håndverkerne på Anno Klevfos kommet frem til at arbeidet med vinduer kan gjennomføres som en komponent i det kontinuerlige vedlikeholdsarbeidet. Det må imidlertid settes av en betydelig ressurs hvert år til arbeid på jernvinduene.

Varsling og slukking av brann

Bare en risiko er mer akutt for Klevfos enn saltnedbryting og det er brann. Om en brann først fenger vil det være stor risiko for spredning til hele anlegget og total ødeleggelse. Det er nå igjen åpnet for bruk av slukke vann, men anlegget er så sårbart at det i tillegg bør etableres et helhetlig detektoranlegg med direkte varsling til brannvesenet. Videre bør det etableres et slukkeanlegg. De relativt robuste bygningene gjør at et overrislingsanlegg kan være et naturlig valg. Samtidig vil en feilutløsning med mye vann aktivere saltnedbrytningen på en potensielt dramatisk måte. Alternative slukkeanlegg med mindre vannforbruk må derfor vurderes.

Kunnskapsprosjektet har ikke gått inn i problemstillingene knyttet til brannsikring, men vi finner det likevel riktig å prioritere en post til deteksjon og slukkeanlegg blant de nødvendige

grunninvesteringene i *Klevfosløftet*. Forbedret brannsikring må være en prioritert og integrert del av det videre arbeidet med å sikre bygningsmassen og bremse nedbrytningen.

Et forebyggende tiltak som også bør vurderes igangsatt for å redusere brannrisikoen er en gjennomgang av det elektriske anlegget med målsetning om en total fornying av installasjoner som ikke har kulturhistorisk kildeverdi. Eventuelt historisk viktige installasjoner må driftes på egne kurser.

Kostnadsanslaget i budsjettoppsettet er en grovkalkyle basert på anbefalinger fra Riksantikvaren. Kalkylen er basert på montering av et *preaction tørranlegg*. Det vil gi lite skjemmende rørføringer i et anlegg der helhetsbildet er preget av rør og lignende installasjoner. Kostnadsoverslag er innhentet fra leverandør ut fra takareal, antall etasjer i ulike deler av anlegg og en vurdering av hvor enkelt det er å etablere rørføringer.

Rusthemmende behandling av maskineri og konstruksjoner av jern

Fabrikkianlegget har et svært mangfoldig og omfattende produksjonsutstyr som har avgjørende betydning for Klevfos som kulturminne. Det er grunnlaget for Klevfos som industrimuseum. Det representerer en sjelden samling av, i hovedsak, norskprodusert maskineri. En del av det industrielle inventaret er dessuten produsert lokalt hos nabobedriften Aadals Bruk. Utstyret er nærmest komplett slik det stod da fabrikken ble nedlagt i 1976 og består av maskineri fra den tidligste fasen etter brannen i 1909, sammen med maskineri fra senere forbedringer og tilføyelser i produksjonen. Det mest typiske materialet i inventaret er stål, som er benyttet i kar, tanker, maskiner, drivhjul, taljer, rør, pumper, turbiner, fyrkjel og motorer.

Det fuktige miljøet i store deler av fabrikkianlegget i kombinasjon med kjemiske stoffer i produksjonen, har ført til omfattende rustangrep. Nær alle stålflater utenom i Papirmaskinhallen har overflaterust, mens et betydelig antall installasjoner har dypere rustskader, fra flakrust til partier som er gjennomrustet. I tillegg kommer stålbjelker i golv, tak og andre bygningsdeler. Det haster med å lage en plan for rustbehandling av stål som beskriver utførelsen og som gir prioriteringer for gjennomføringen.

Ved Kistefos Industrimuseum ble det i 2019 og 2020 gjennomført et relevant prosjekt der bl.a. stål i fire turbinrør, en fyrkjel og ei mølle ble behandlet. I prinsipp bestod behandlingen av rens og påføring av en penetrerende olje (Owatrol). Rust ble fjernet med stålbørster, både for hånd og maskinelt. Ved dype rustskader ble plater valset og sveiset inn. Den grunnleggende metoden med rens og oljebehandling er rask, og erfaringen fra Kistefos så langt, er at den reduserer korrosjonen til et tilfredsstillende nivå. Vi anbefaler at samme metode brukes på Klevfos.

På Kistefos ble det utført 2000 arbeidstimer som kostet 1,5 millioner kroner. I anlegget på Klevfos er det totalt sett mange ganger mer stål. Samtidig har korrosjonsskadene fått utvikle seg over så lang tid at det er avgjørende for bevaringen at en forholdsvis stor andel av stål i maskineri og konstruksjoner blir behandlet innen kort tid. Vi anbefaler at Klevfos i første omgang prioriterer et rustbehandlingsprogram som er tre ganger så stort som tiltaket på Kistefos.



Fra rustbehandling av turbinrør og maskineri på Kistefos med penetrerende olje.

Kostnadsvurderinger for sikring og istandsetting

Kostnadsvurdering av de tiltakene som er nødvendige for å bremse forfallet er en krevende oppgave som ikke kan løses uten vesentlig usikkerhet. Å prosjektere og budsjettere hver enkelt av de større oppgavene er et lite prosjekt i seg selv siden det knytter seg usikkerhet til skadeomfang, detaljert materialbruk, utførelse og tidsbruk. Selv om et kostnadsoverslag er basert på konkrete vurderinger gir det likevel ikke grunnlag ut over å angi skalaen på de forestående arbeidene. For ikke å gi feilaktige signaler om presisjon er det ikke satt av en post for uforutsett i kostnadsoverslaget.

Forutsetninger:

- Ordinære vedlikeholdstiltak er ikke inkl.
- Oversikten er ikke komplett. Alle tiltak som er vurdert som viktige for å utbedre de avgjørende skadeforholdene i anlegget er tatt med, men det er en rekke andre deler i anlegget som på sikt trenger istandsetting.
- Merverdiavgift er ikke inkludert.
- Kostnader for administrasjon, rigg og byggeledelse er inkl.
- Timepris for tømmer- og murerarbeider er satt til 650 kroner.

Kostnadsoverslag for anbefalte sikrings- og istandsettingsarbeider ekskl. mva.							
Bygningsdel	Tiltak		Mengde	Enhetspris	Kostnad ekskl. mva.	Tidsrom	Kommentar
Midler innvilget							
Offerpuss og murverkstabilisering	Felt for offerpuss og reparasjon av ødelagt murverk.				300 000	2022	
Forurensede masser	Fjerne forurensede masser i Sodahuset og Luthuset				500 000	2022	
Sikring	Sikringstiltak for silkar i Luthuset og varpa i Sodhuset.				500 000	2022	
Sum innvilget					1 300 000		
Midler omsøkt 2022							
Grunnforhold, terreng, drenering	Vannets veier. Drenering av området nord og vest for Sodahuset og på nordsien av Luthuset og Fyrhuset.				1 100 000	2022-2023	Søknad til Riksantikvaren for 2022
Taktekking	Tette lekkasjer i bølgeblekkteking over østre del av Remkanalen.				50 000	Innen 2022	
Offerpuss og murverk	Murverkstabilisering fyrhuspipe. Pusse større partier med offerpuss.				220 000	2022-2024	
Sum omsøkt					1 370 000		
Prosjekter videre							
Yttervegger	Mure om et utvalg veggpartier som har alvorlige skader etter salt- og frostforvitring.	RS			2 500 000	2022-2024	Inkl. arbeider med fundamenter og grunnmurer.
Yttervegger	Renhugging og spekking av fuger, utvendig med pøsefuger.	m2	1200	1250	1 500 000	2022-2024	Pris fra Madsø sin kalkyle i 2009, 950 kr/m2, prisjuttert til 1250 kr i 2021. Netto veggareal ca. 3000 m2, spekke om 20% innv. og utv.
Offerpuss	Påføre offerpuss på alle veggflater innvendig som har vært pusset. Inkl. arbeid med å fjerne sementpuss og noe utskifting av stein.	m2	1 900	1300	2 470 000	2022-2024	Pusse 1 900 m2, inkl. forarbeider. Lite skader i tegl og fuger: 550 kr/m2, 50% av arealet. Store skader i tegl og fuger: 2000 kr/m2. Snittpris: 1300 kr.
"Jern og metall"	Konservering av stål og andre metaller i anlegget. Prioritere tiltak og gjennomføre første runde med behandling.				4 500 000	Innen 2024	Lignende prosjekt ved Kistefoss museum, 1,5 mill. for 2000 arb.timer. Her x3 fordi omfanget på Klevfos er større.
Bærende søyler	Sette i stand eller sikre flere søyler i stål eller tre i Sodahuset, Luthuset, Fyrhuset og Kokeriet.	stk	16	15000	240 000	Innen 2026	Inkl. tiltak for søylefundamenter.
Diverse andre tiltak	Utløpskanal: Reparere skader i murt hvelv.	RS					Inkl. etablering av inspeksjonsluke.
	Motorrom vest i Sodahuset: Omfattende utbedring av forvitringsskadet tegl.	RS					
	Sikre/sette i stand fundament under begge miksetanker i Mikseriet.	RS					
	Sikre sterkt korrosjonskadede kapphvelvdekke i Silhuset.	RS					
	Reparasjon eller sikring av andre dekker/golv.	RS					Særlig golv ved silkarene og miksetakene i Luthuset.
	Takkonstruksjoner: Sikre og forsterke takkonstruksjoner i taket over Sodahuset ifb. utbedring av søyler i stål eller tre. Pluss midler til sikring av andre takkonstruksjoner ved behov, f.eks. etter unormalt store snølaste.	RS					
	Taktekkinger: Forbedre løsninger på flere tak i kanter der bølgeblekk møter teglvegg.	RS					Tak med små lekkasjer i overgang til teglvegg: Bl.a. fra Silhus til vegg i Hollenderiet og fra Papirmaskinhall til Hollenderiet/Limloftet.
	Renner og nedløp: Skifte diverse renner og nedløp.	RS					Renner og nedløp i sink eller alusink.
Sum					1 200 000	Innen 2026	
Klimatisering	Installere avfuktingsanlegg i Sodahuset, Luthuset og Fyrhuset.	RS			1 400 000	Innen 2024	Basert på tilbud fra Hamstad oktober 2021 og anslag på kostnader lufttetting av bygningsdeler.
Brannsikring	Installere brannsløkkingsanlegg i fabrikkbygningen, et preactionanlegg (tørt). Inkl. direkte brannvarsling.	m2	3 000	1 200	3600000	Innen 2024	Erfaringsstall hentet fra prosjekter der Ra har vært involvert, kostnad ca. 1 200 kr/m2. Takareal ca 3000 m2.
Sum					17 410 000		
Sum prosjekter videre					17 410 000		

Løpende vedlikeholdsbehov og fagmiljø på Klevfos

Klevfos er et stort og komplekst anlegg med mange ulike typer konstruksjoner, materialer og overflater. Tross mangeårig innsats øker stadig behovet for vedlikehold. Anno Museum har nylig ansatt to håndverkere i full stilling, en murer og en tømmer som kontinuerlig skal drive med vedlikehold og istandsetting. Det er en bra start. Ut fra størrelse, kompleksitet og tilstand til anlegget er det reelle behovet for årsverk til vedlikehold vesentlig større. Vi anbefaler sterkt at det bygges opp en stab med håndverkere og driftspersonell, med sikte på å bygge et stort og engasjert fagmiljø. Klevfos er avhengig av spesialkompetanse innenfor mange tekniske fag og at virksomheten drives så godt at den stadig tiltrekker seg ny lærevillig arbeidskraft, f.eks. lærlinger.

Kistefos museum på Jevnaker er en sammenlignbar institusjon i denne sammenheng. Der utgjør staben som driver med vedlikehold og drift mellom 4 og 5 årsverk: en driftsleder, en murer, en tømmer, en gartner og en driftsassistent. Fabrica mener at 5 årsverk er et minimum for å holde anlegget på Klevfos vedlike på en langsiktig måte, dvs. for å bevare mest mulig av kulturminneverdiene. I tillegg vil det være behov for å gjennomføre prosjekter med innleid arbeidskraft.

Konklusjoner og anbefalinger

- Gjennomføre dreneringsprosjektet «vannets veier» for å drenere mest mulig grunnvann, overflatevann og takvann vekk fra grunnen under Luthuset, Sodahuset, Fyrhuset og tilstøtende bygninger i sør. Tiltaket bør gjennomføres så raskt som mulig, helst i løpet av 2022.
- Parallelt med oppstart drenering sette i gang arbeidet med offerpuss på innvendige vegger og istandsetting av forvitret murverk og andre bygningsdeler og installasjoner som har akutte skader.
- Installere avfuktingsanlegg i Sodahuset, Luthuset og Fyrhuset etter at «vannets veier» er under kontroll og grunnen har tørket tilstrekkelig ut.
- Installere brannvarsling direkte til brannvesen og brannsløkkingsanlegg.
- Iverksette et omfattende prosjekt for å hindre videre nedbrytning av stål.
- Finansiere *Klevfosløftet* med en anslått kostnad på ca. 17,4 millioner kroner over en femårsperiode.
- Etablere en fast stab på Klevfos for istandsetting og vedlikehold med minimum 5 årsverk.

Delprosjekt 5: Dokumentasjon av anlegget

Før Kunnskapsprosjektet forelå det ikke målestokkriktige grunnplaner, og andre viktige detaljtegninger av anlegget manglet også. Presis dokumentasjon av anlegget er nødvendig for tilstandsregistrering og –overvåkning, samt for planlegging og dokumentasjon av istandsettingsarbeider. Dessuten er det nyttig som fredningsdokumentasjon og fremtidig formidling. Det ble derfor prioritert å gjennomføre en 3D-skanning av anlegget. Ut fra skannet er det laget presis, georeferert dokumentasjon av anlegget i form av en punktsky. Punktskyen har en relativ nøyaktighet på under 10 mm og en georeferert, absolutt nøyaktighet på 2-5 cm. Ut fra punktskyen er det produsert en BIM-modell (BIM = Building Information Modeling), grunnplaner og snitt. BIM-modellen har detaljeringsgrad LOD 300. Grunnplanene er benyttet til å lage en GIS-basert database for registrering og formidling av tilstand.

Den andre hovedsatsingen i prosjektet har vært å finne frem, systematisere og tilgjengeliggjøre materialet fra de historiske arkivene. For Kunnskapsprosjektet har det vært av spesiell nytte å få lett tilgang til historiske tegninger og fotografier. Det har gitt bedre forståelse av anleggets utvikling, vedlikeholdstilstand og slitasje. Denne delen av prosjektet har inngått i Annos egeninnsats og er utført av museets egne ressurspersoner.



Status før Kunnskapsprosjektet. I kartet er det benyttet 6 kilder til grunnplaner. Ingen av dem stemmer helt overens med hva en kan se på f.eks. www.norgeskart.no og www.hoydatdata.no. Norgeskart er bakgrunn i lyseblått. Det er ofte 1-2 m, noen ganger 3-4 m uoverensstemmelse mellom kildene.

3D-scanningen

På grunn av blandede erfaringer med nytteverdien av dokumentasjonsprosjekter gjennomført i kulturminnesektoren, ønsket vi å gå bredt ut for å sikre et produkt på riktig nivå og med et godt kost-nytte-forhold. prosjektet formulerte en relativ åpen forespørsel og inviterte 6 velrennomerte leverandører til å delta i en tilbudskonkurranse. Alle inviterte deltagere deltok på befaring og ga tilbud. Det la et meget godt grunnlag for å spesifisere ytelsen, samt å velge en leverandør med god oppgaveforståelse og riktig pris.

Forespørselen gikk ut med følgende ytelsesbeskrivelse:

- Dokumentasjon av eksteriør og alle interiører i fabrikkbygget.
- En georeferert punktsky som kan omarbeides til en BIM-modell og presist tegningsgrunnlag med grunnplan og snitt.
- Punktskyen må være rensert, uttynnet ved behov, sammenstilt og klar for bearbeiding.
- Punktskyen må leveres i åpent filformat.
- Langsiktig lagring av dataene.
- Referansefotografier fra opptaket.

Opsjoner:

- Konstruksjon av ferdig BIM-modell og georeferert tegningsmateriale.
- Fotogrammetri av hovedrommene og konstruksjon av en modell som gir mulighet til å navigere virtuelt gjennom fabrikkbygget.

Tilbudt totalpris inkludert BIM-modell:

Leverandør 1	1 040 000 eks BIM-modell
Leverandør 2	850 000
Leverandør 3	360 000
Leverandør 4	290 000
Leverandør 5	250 000
Leverandør 6	335 000 eks reise og opphold

Det viste seg altså å være en dramatisk avstand mellom dyreste og rimeligste tilbyder. Laveste tilbud var mindre enn 1/5 av høyeste tilbud. Dette vitner om en umoden bransje og kanskje også uklare forventningsbeskrivelser fra kulturminnesektoren. Vi endte opp med å velge leverandør 4 som var Terratec. De var en av fire leverandører som lå på omtrent samme prisnivå, men de utmerket seg med god oppgaveforståelse og god kommunikasjon i en oppklaringsrunde etter at tilbudene var levert.

Det ble lagt til grunn i evalueringen at opsjonen om produksjon av BIM-modell skulle inkluderes. Det ble også tatt med i leveransen. Fotogrammetri og produksjon av en virtuell tur gjennom anlegget ble ikke inkludert. Under gjennomføringen ble det besluttet å benytte drone for å få en presis terreng- og takmodell. I tillegg ble det produsert grunnplaner etter medgått tid. Vi ønsket oss ikke ideelle

snitt, men «tradisjonelle» grunnplaner med mest mulig informasjon tegnet inn. Dette krever håndarbeid, men ga resultatet vi ønsket oss for en lett forståelig todimensjonal GIS-modell av anlegget.

Evalueringen var basert på tilbudte fastpriser, men Terratec anbefalte oss å heller benytte medgått tid da de antok at det ville gi lavere kostnad. Vi fulgte anbefalingen, men kompleksiteten i anlegget gjorde at vi endte opp ganske nøyaktig på den tilbudte fastprisen. Selv om det ikke ga utslag på sluttprisen var det likevel en gunstig løsning siden det sikret oss at arbeidet ble gjort med den ønskede presisjonen hele veien. Et så komplekst og uoversiktlig anlegg er uvant og vanskelig å prise også for profesjonelle leverandører.

Punktsky + bilder	Droneopptak	Plantegninger	BIM	Totalt
kr 135 000	Kr 15 000	kr 39 000	kr 150 000	kr 339 000

Totalpris inkludert droneopptak og plantegninger.

Aktuelle bruksområder for dokumentasjonen ble definert som:

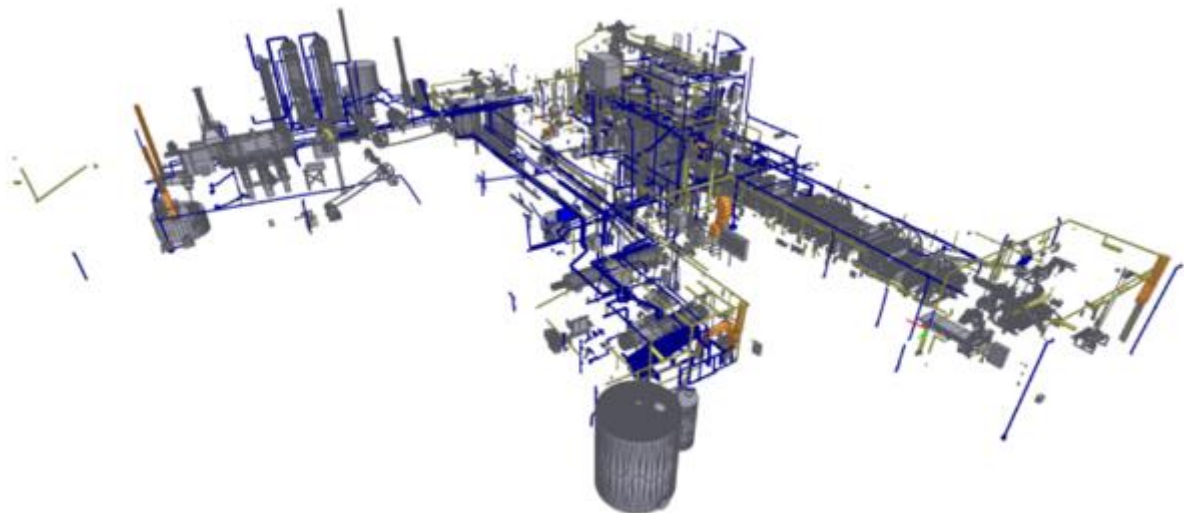
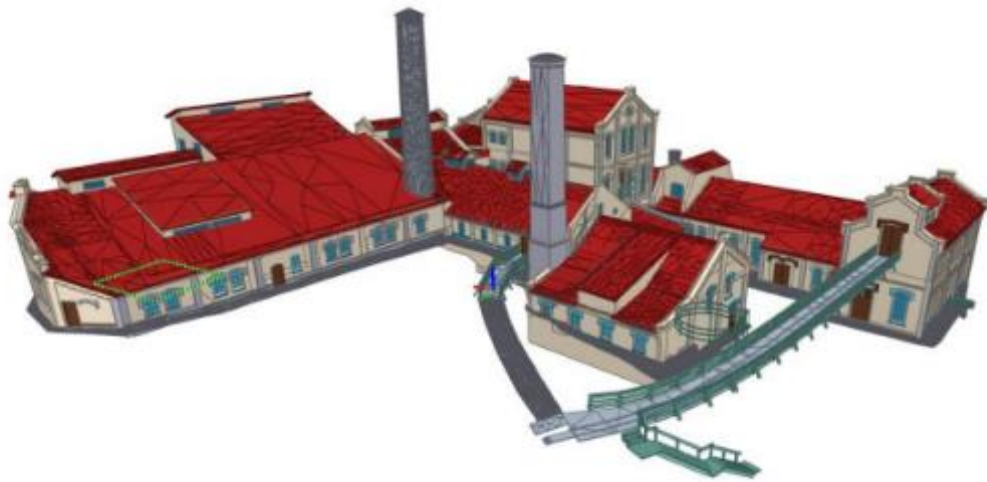
- Grunnlag for 2D GIS-modell for registrering av tilstand på murverk og andre bygningsdeler.
- Dokumentasjon av setninger over tid.
- Grunnlag for å prosjektere strukturelle sikringstiltak etc.
- Dokumentasjon av prosessen i anlegget.
- Dokumentasjon av anlegget i forkant av fredning.
- Grunnlag for rekonstruksjon etter brann eller annen større skade.
- Formidling av anlegget til besøkende, spesielt om bygningsdeler blir avstengt for publikum.

Vi har allerede fått erfaring med de tre første bruksområdene. Det er konstruert en GIS-modell som beskrives nærmere nedenfor. Videre viste skannet at Sodahuspipa er ute av lodd, en status som kan legges til grunn for videre oppfølging. Til slutt har Sweco benyttet BIM-modellen i planleggingen av sikringstiltak for silkar og varpe.

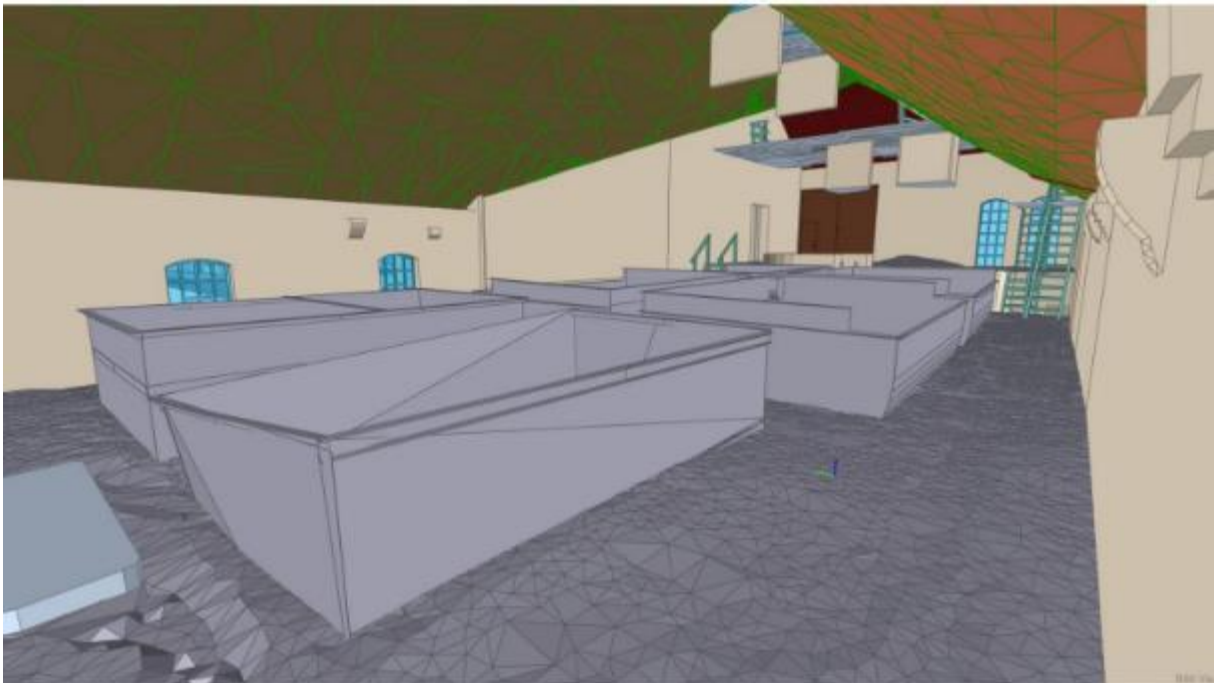
De andre bruksområdene har ennå ikke vært aktuelle. Det vi ennå ikke vet er om punktsky og BIM-modellen vil bli nyttige redskaper for museumshåndverkerne. Det er ønske om programvare som gir tilgang til punktsky og/eller BIM-modellen for å ta ut mål, detaljplaner og snitt og slik bidra til den daglige bygningsforvaltningen. Forutsetningen er imidlertid programvare som har lav brukerterskel og ikke har for høye driftskostnader. Dette er ennå ikke på plass. Uten slik programvare vil modellene forbli passive og bare brukbare som en status og som redskap for eksterne rådgivere. GIS-modellen produsert på grunnlag av skannet har imidlertid potensielt en lavere brukerterskel.



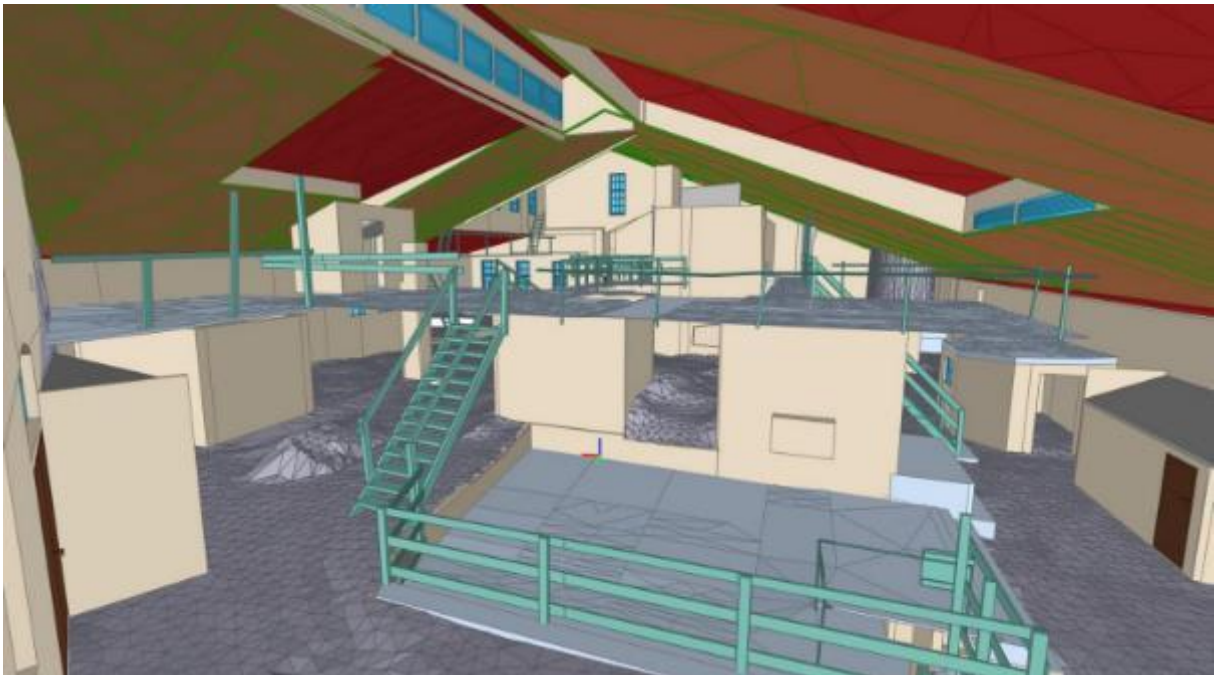
Øverst på siden punktskye generert fra drone- og bakkestasjoner. Nedenfor BIM-modellen som er utarbeidet på grunnlag av punktskye. I BIM-modellen er punktene konvertert til linjer og grovt klassifisert etter materiale.



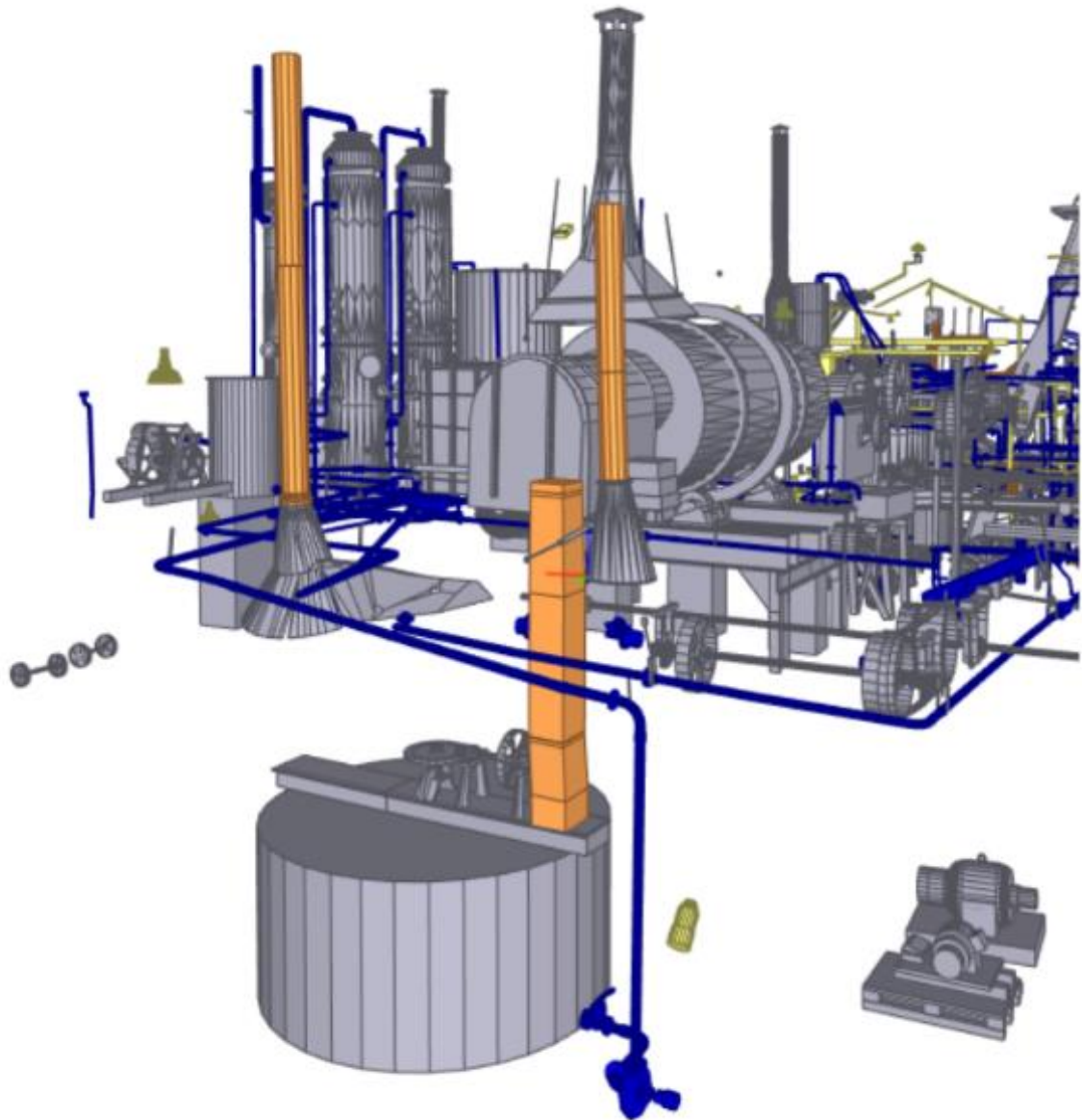
Punktsky, BIM-modell av eksteriøret og BIM-modell av maskineriet fra omtrent samme vinkel. Måten modellen er bygget opp på gjør det mulig å ta ut bare maskineriet eller bygningskonstruksjonen uten maskineri. Maskineriets deler kan klassifiseres ytterligere slik at for eksempel dampør og lutør får forskjellig farge. Slik kan modellen brukes til å dokumentere og formidle prosessen i fabrikk.



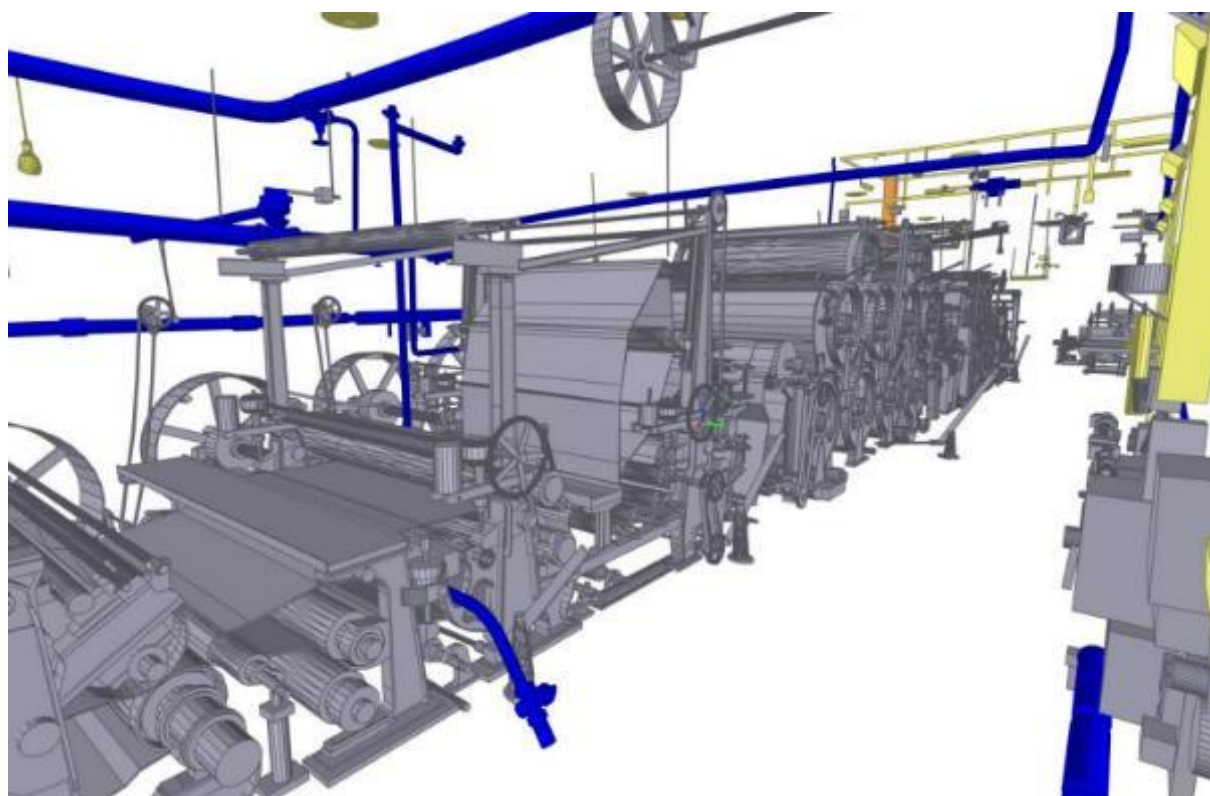
Silkarene i Luthuset som punktsky og som BIM-modell. Det fremste silkaret her seget ut av posisjon og punktskyen kan brukes til å overvåke bevegelse og modellere en sikringskonstruksjon.



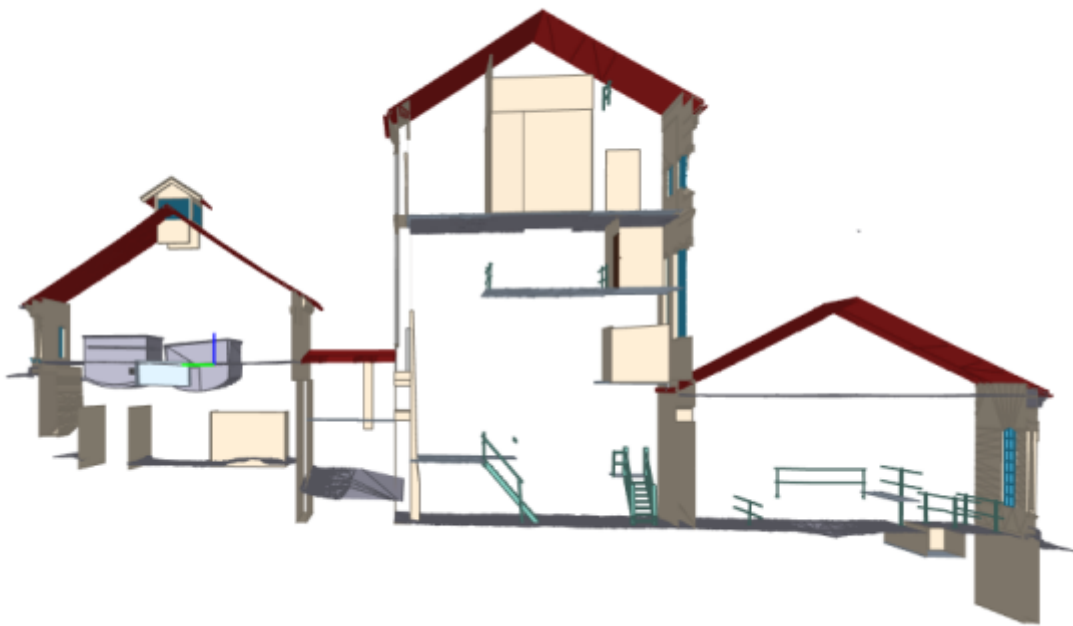
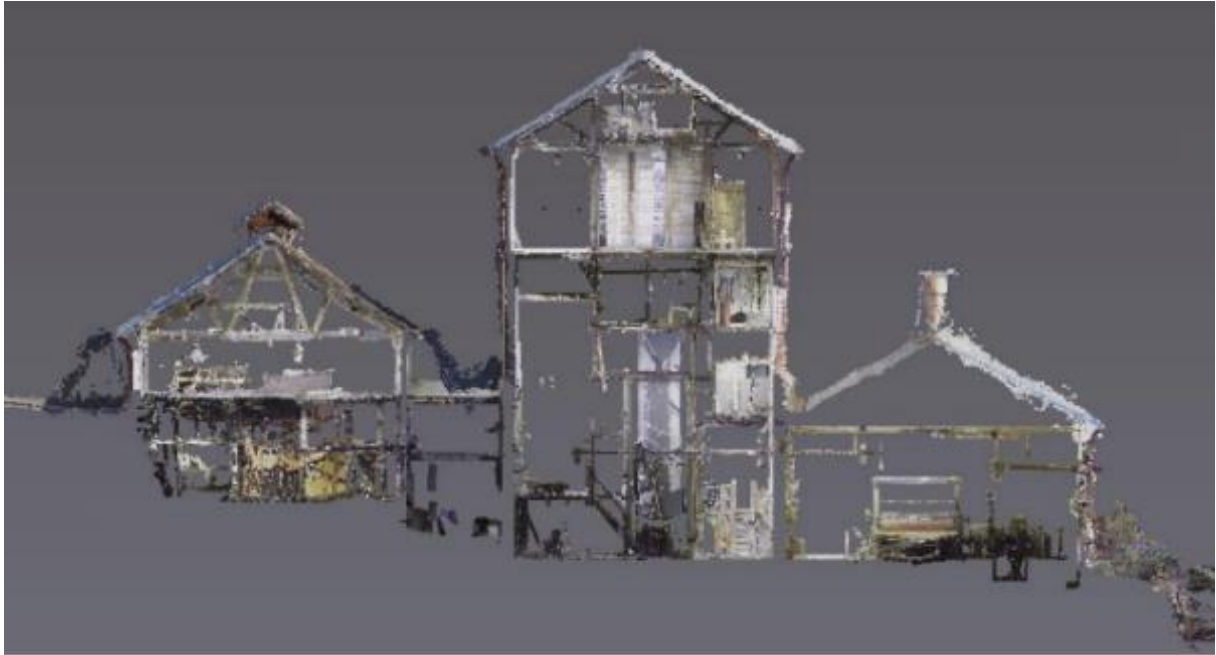
Punktsky av Sodahuset og BIM-modellen fra omtrent samme vinkel. Her er bare laget som viser bygningsdeler skrudd på, mens maskineriet ikke vises.



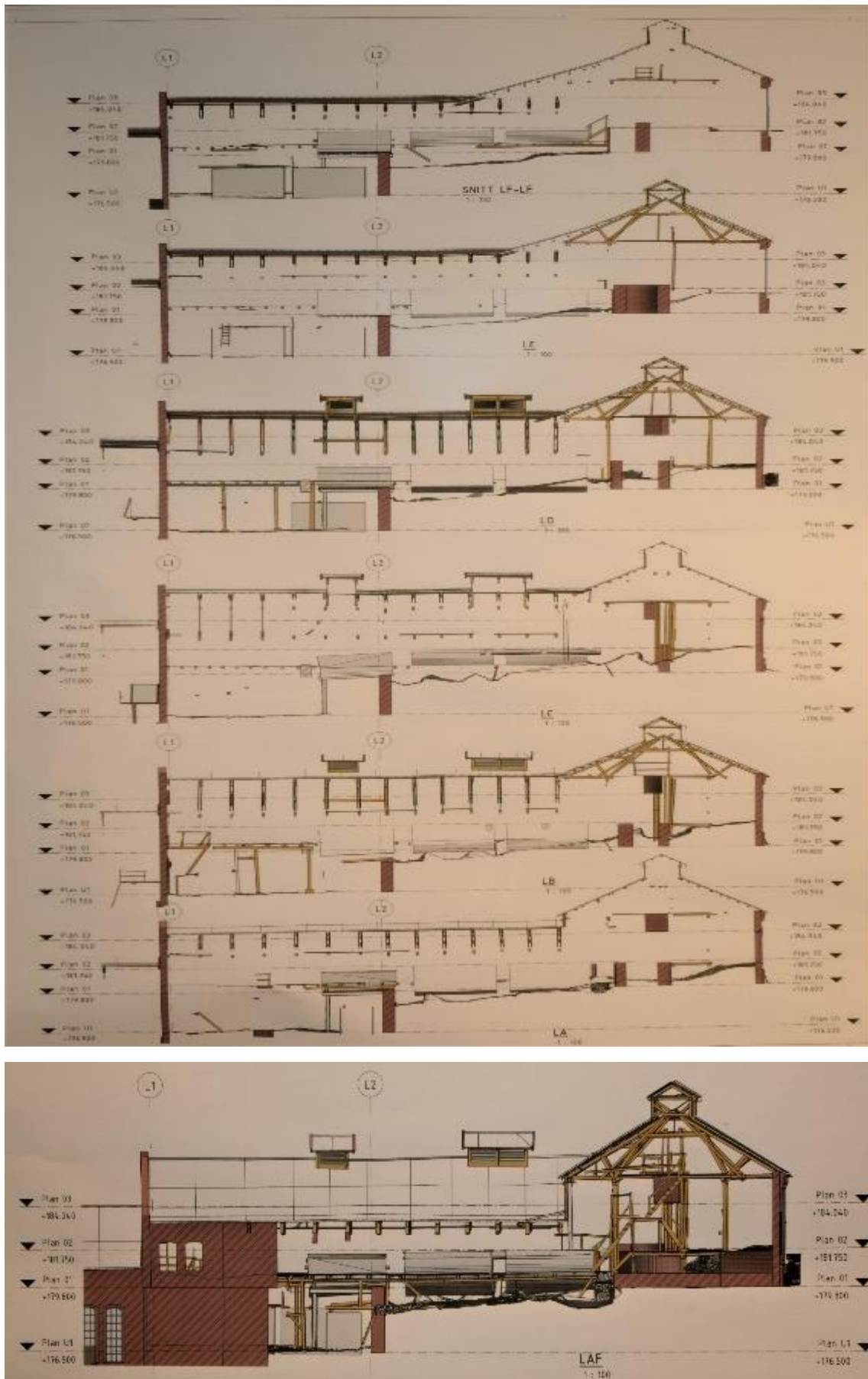
BIM-modell av Sodahusets maskineri sett fra omtrent samme vinkel som de to forutgående bildene. En slik fremstilling gjør det lettere å følge produksjonsprosessen, spesielt om man går videre og fargekoder rør og maskindeler etter hva slags produkter de transporterer eller håndterer.



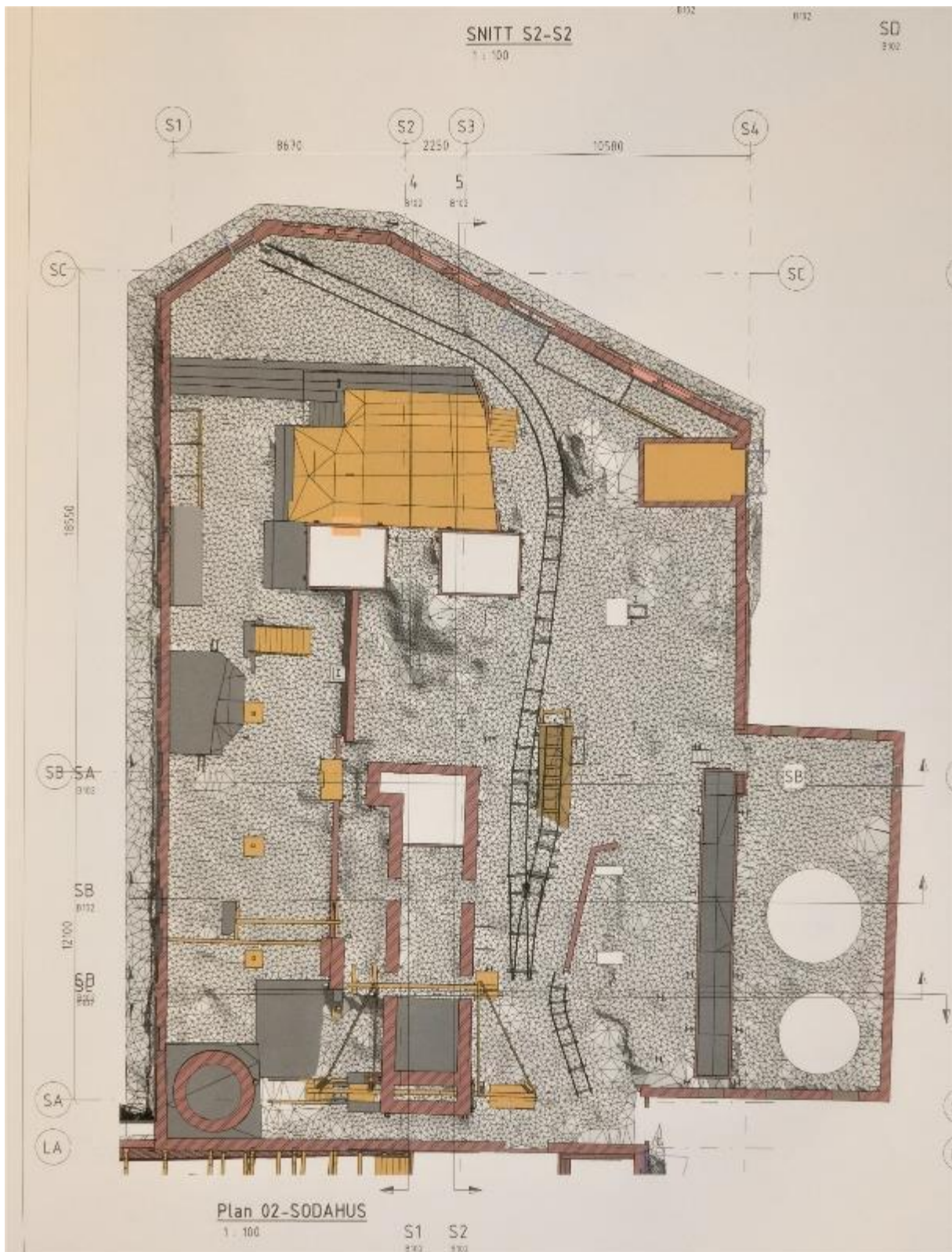
Punktsky og BIM-modell fra Papirmaskinhallen. Den nederste modellen viser bare maskineriet om ikke bygningen.



Punktsky og BIM- modell som viser samme snitt gjennom Luthus, Kokeri og Papirmaskinhall. Punktskyen inneholder også terreng, samt bygningsdeler og maskineri. BIM-modellen inneholder mindre informasjon, men er lettere å lese og kan egne seg bedre for videre bearbeiding.



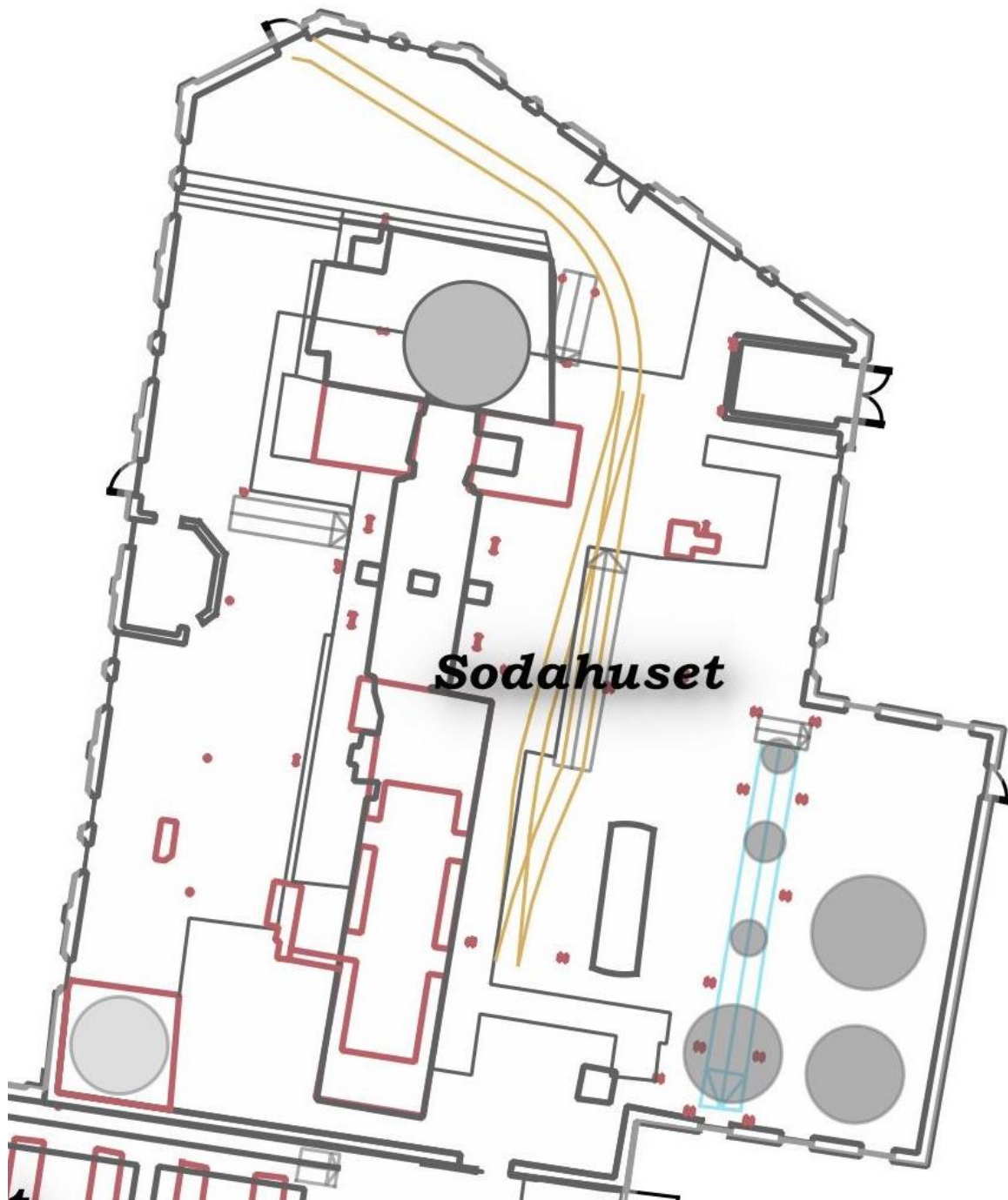
Snitt av Luthus og mikseri. Bearbeidet av Sweco basert på Terratecs modell.



Grunnplan av Sodahuset. Bearbejdet av Sweco basert på Terratecs modell.



Grunnplanen av fabrikanlegget. Fabrica/Terratec.



Detalj av grunnplanen. Fabrica/Terratec.

GIS-modellen

Hovedmålene med å utvikle og ta i bruk en 2D GIS-modell var:

- Å ha et godt redskap for grovkartlegging av materialer, strukturer og ulike forhold knyttet til tilstand i Kunnskapsprosjektet, som basis for produksjon av tematiske kart
- Å teste et system for tilstandsregistrering og dokumentasjon av utførte tiltak, til «daglig» bruk på Klevfos i fremtiden

Fabrica benytter den åpne programvaren QGIS (<https://qgis.org>). Fordelen er at den er kraftig, fritt tilgjengelig og at man på tvers av institusjoner derfor lett kan samarbeide i «skya» via internett.

Ulempen er at brukerterskelen er høy. Det tar tid å sette seg inn i programmet og regelmessig bruk er nødvendig for å kunne benytte de sett av mulighetene programmet gir.

System til daglig bruk på Klevfos

For mindre rutiner brukere må det utvikles menybaserte grensesnitt for å legge inn data, samt for å visualisere og analysere dem. Til dette kreves det en viss, grunnleggende database-struktur i bunn. Når dette er utført vil en f.eks. kunne registrere observasjoner via mobiltelefon eller nettbrett.

Etter testing av et fåtall menybaserte grensesnitt for spesifikke registreringer, innså vi tidlig i prosjektet at man lokalt på Klevfos ikke hadde mulighet til å gå inn i en såpass utfordrende utvikling. Men den mye viktigere lærdommen er at det først bør tas en grunnleggende diskusjon om «hva, hvorfor og hvordan», dvs. hva som bør registreres og dokumenteres i det daglige arbeidet med fabrikken, hvorfor det skal gjøres og hvordan det mest effektivt kan utføres.

Det finnes i dag flere kommersielt tilgjengelige programmer/apper for tilstandsregistrering oa. Det finnes også omfattende FDV-systemer – og 3D-BIM er i rivende utvikling for tilsvarende bruk. I tillegg er Klevfos del av museumsverdenen som har egne løsninger, ikke minst Primus. Dessuten er den tradisjonelle metoden for registrering og dokumentasjon – tekst, tegninger og fotos – selvsagt ikke utdatert. Tidsskriftet Klev, som ble gitt ut ca. årlig i en 20-års periode frem til ca. 2000, har i hvert nummer en stor oppdatering om sist års istandsettingsarbeider. Det er et glimrende eksempel på dokumentasjon som er både brukervennlig og varig.

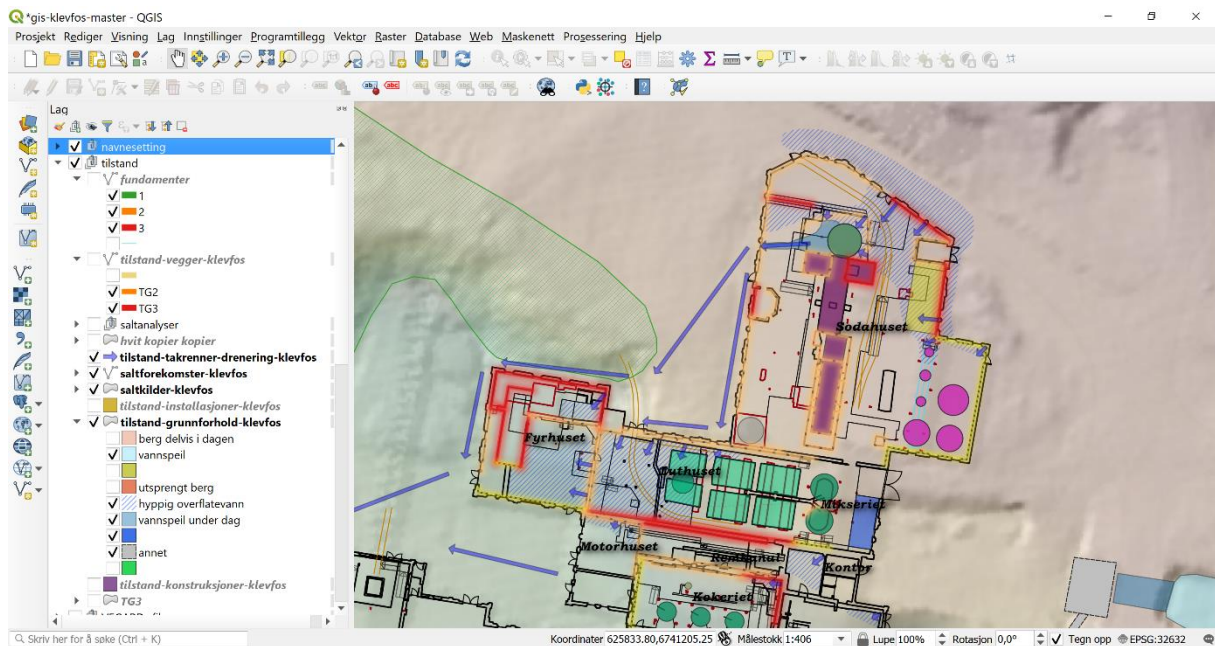
Disse, og sikkert flere, muligheter må en vurdere når en bl.a. på bakgrunn av krav, ressurser og kompetanse skal velge et greit system for daglig/regelmessig tilstandsregistrering og dokumentasjon av arbeidet med fabrikken.

Redskap for kartlegging og tematiske kart i Kunnskapsprosjektet

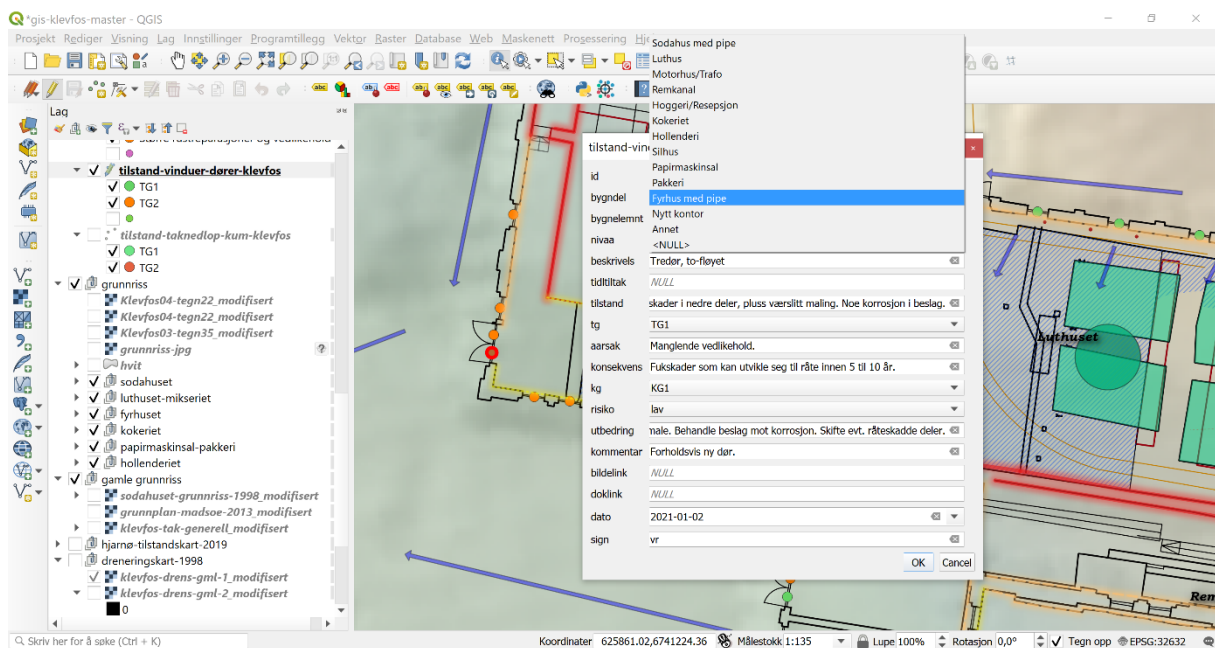
Som redskap for grovkartlegging av fabrikken i Kunnskapsprosjektet har GIS vært til uvurderlig hjelp, fordi det gir en enkel mulighet for å produsere tematiske kart, som de tematiske kartene i denne rapporten og fagrapportene (fra DP1 og DP4).

Vi har benyttet en helt klassisk arbeidsmåte med lag fra vektor- og rasterfiler som grunnlag:

- Tradisjonell grunnplan for hver enkelt bygningsdel, levert som shape-filer fra Terratec. Det finnes også etasjeplaner, slik at en også kan gå inn i f.eks. kjeller og loft
- Bakgrunnskart fra Kartverkets wms-tjenester, eller lokalt lagrede kart basert på det utvalget Kartverket tilbyr, bl.a. topografi, høydemodell (Lidar) og flybilder.
- Eldre/tidligere kart og grunnplaner fra fabrikken og dens omgivelser, f.eks. takplaner og skisser over tidligere drenering



Skjermdump av GIS-modellen med et utvalg av de 30-40 lagene synlig.



Skjermdump av GIS-modellen med et av de menybaserte grensnittene som er testet ut.

Til dette har vi utviklet egne lag med strukturer, materialer og tilstand, basert på registreringer og analyser, f.eks.

- Grunnforhold
- Drenering
- Fundamenter
- Vegger
- Installasjoner
- Vinduer og dører

- Tak
- Takrenner/taknedløp
- Saltforekomster
- Saltkilder
- Salttyper

Dette kan utvikles uten grenser – så lenge dataene kan projiseres i 2D. Så kan dataene settes sammen og kombineres til ønskede tematiske kart, eksemplifisert ved de ca. 10 tematiske kartene vi har laget. Slike kart kan også skrives ut i hvilken som helst størrelse og brukes som grunnlag for videre, tradisjonell registrering med fargeblyanter, om det skulle være ønskelig.

Historisk dokumentasjon i museets arkiver

Ida Kristine Teien, Anno museum

Kunnskapsprosjektets delprosjekt 5 har som formål å videreutvikle dokumentasjonsmaterialet for anlegget. En av de store utfordringene som ble beskrevet i prosjektplanen var at det ikke fantes målestokkriktige grunnplaner eller andre relevante tegninger av anlegget i fysisk eller i digitalisert form. Tilgang til målestokkriktig grunnplan var en grunnleggende forutsetning for å kunne etablere et system for å samle informasjon om anleggets tilstand og analyseresultater.

I prosjektplanens beskrivelse ble det også gitt en anbefaling om at Anno museum lager et eget prosjekt for å systematiseringen av all innsamlet dokumentasjon om anlegget, både historisk og fra museumsperioden. Denne oppgaven må defineres, planlegges og gjennomføres av Anno. Det ble påpekt at det var særlig viktig å samle alle fotografier i en base.

I den videre beskrivelsen vil det blir redegjort for hvordan disse oppgavene har blitt løst i prosjektperioden.

Grunnplan for fabrikkbygningen

I etterkant av oppstarten av Kunnskapsprosjektet var det nødvendig å undersøke i Klevfos industrimuseums arkiv fra museumstiden og i det historiske bedriftsarkiv om det var dokumenter der som kunne føre oss frem til et målestokkriktig grunnplan. Det viste seg at dette ikke var å oppdrive. Gjennomgangen var likevel nyttig, og vi fant både tekniske tegninger av fabrikkbygningen, og tegninger av driftsmateriell som ble produsert av nabobedriften Aadals Brug.

Tekniske tegninger av bygninger

På jakt etter målestokkriktige tegninger av fabrikkbygningen fant vi en kartong med uregistrert tegningsmateriale i Norsk skogmuseums arkiv. En av tegningene var fra industrimuseets arkiv, mens det øvrige tegningsmaterialet var hentet fra Klevfos Cellulose- & Papirfabriks tegningsarkiv, og således er det grunn til å oppfatte tegningen som en del av fabrikkens administrasjonsarkiv.

Det øvrige materialet som utgjør fabrikkens administrasjonsarkiv er registrert i arkivregistreringsprogrammet Asta. Informasjonen om disse er publisert på nettsiden: <https://www.arkivportalen.no/>. Her kan Klevfos-arkivet gjenfinnes under signaturen: NSMA-ARK-1072 - Klevfos Cellulose- & Papirfabrik A/S. Det nyregistrerte tegningsmaterialet ble registrert i Primus, i tillegg til at det også ble oppført som en underserie del 2, serie TB i Asta.

Tegningsmaterialet som ble igjenfunnet i Norsk skogmuseums arkiver ble i løpet av høsten 2020 digitalisert av Anno Digital (Tynset). Totalt er nå 98 tegninger fra dette arkivet registrert i Primus, og

de er nå tilgjengelig både via DigitaltMuseum og Klevfos industrimuseum i høyoppløselige- og fritt nedlastbare filer. De fysiske tegningene er arkivert på egnet sted ved Norsk skogmuseum.

Tekniske tegninger av driftsmateriell

I løpet av perioden som Kunnskapsprosjektet har pågått har vi også gjennomgått et omfattende arkivmateriale som er oppbevart på loftet over Papirmaskinhallen. Vi har ikke kjennskap til at dette er et arkivmateriale som har vært gjennomgått tidligere. Til sammen brukte vi nesten to ukesverk på jakt etter tegninger og tegninger av driftsmateriell for Klevfos Cellulose- & Papirfabrik. I etterkant av gjennomgangen er vi også blitt kjent med hvordan dette arkivmaterialet har blitt en del av museets samling. Det er svært sannsynlig at arkivet har fulgt Hamar Jernstøberi og Mekaniske Verksted (HamJern). Overflyttingen av arkivmaterialet til Klevfos skjedde sannsynligvis i 1984 da det var en oppdeling av industrilokaler og omstrukturering av selskaper knyttet til bedriftens virksomhet. (Krogstrup 2003) Klevfos Industrimuseums første bestyrer Magne Jervan, som tidligere var ansatt i denne bedriften, sikret arkivmaterialet fra makulering i forbindelse med omstruktureringen av selskapet. Fremfinningen av tegningsmaterialet resulterte i totalt 79 tegninger av maskindeler som er produsert av Aadals Brug til Klevfos. Disse ble scannet og tilgjengeliggjort på samme måte som det øvrige tegningsmaterialet i både Primus og som NSM-ARK-1087 i Asta.

Systematisering av all tilgjengelig dokumentasjon

Som tidligere nevnt i prosjektplanens beskrivelse ble det gitt en anbefaling til Anno museum om å lage et prosjekt for systematisering av all innsamlet dokumentasjon om anlegget, både historisk- og fra museumsperioden. Videre ble det sagt at dette er en oppgave som må defineres, planlegges og gjennomføres av Anno. Det ble påpekt at det var særlig viktig å samle alle fotografier i en base.

Denne formuleringen i prosjektplanen er ambisiøs, og deler av dette må sees på en kontinuerlig prosess som må gå over flere år enn Kunnskapsprosjektets varighet. I prosjektperioden har det vært nødvendig å prioritere de delene av dokumentasjonen som var av størst relevans for Kunnskapsprosjektet. Det har derfor ikke formelt sett vært gjennomført noe eget prosjekt i regi av Anno. Likevel har flere medarbeidere fra seksjon fra natur- og kulturhistorie ved Norsk skogmuseum bistått med dokumentasjonsoppgaver og tilgjengeliggjøring av både tegningsmateriale og fotomateriale i samsvar med det direkte behovet for Kunnskapsprosjektet.

I prosjektperioden har det også vært et stort fokus på å forbedre strukturen for ryddige interne rutiner og gjenfinnbar struktur for arkivering av viktig korrespondanse og rapporter i vårt arkivsystem 360. Vi har ryddet i lagringen av data, og vi har hatt særlig fokus på både historisk bildemateriale, og bilder fra museumstiden.

Tilgjengeliggjøring av bildearkiv

Kunnskapsprosjektet har vært en god anledning for å skaffe oversikt over hva som finnes av både arkivmateriale og fotomateriale ved flere lokasjoner i Anno museum. Det viser seg at det er noe arkivmateriale hos Domkirkeodden, noe som er naturlig siden Klevfos Industrimuseum var en del av dette museet ved opprettelsen i 1986.

Overføring av negativer fra Domkirkeodden til Norsk skogmuseum

Anno Norsk skogmuseum har overført 21 ark med negativer fra Domkirkeodden. Disse bildene er nå å finne i Anno Norsk skogmuseums fotoarkiv med det øvrige bildematerialet som omhandler Klevfos Industrimuseum. Domkirkeoddens fotograf Geir Ove Andreassen kan opplyse om at det var Magne Jervan som leverte dette fotomaterialet til Anno Domkirkeodden på 80-tallet, men vi vet ikke med sikkerhet om det er Jervan som har tatt bildene.

Lokal bildeportal

Anno museums system for fotolagring skjer gjennom forvaltningsprogrammet Primus, og den digitale tilgjengeliggjøringen skjer gjennom portalen Digitalt Museum. Både Domkirkeodden og Norsk skogmuseum har registrert fotomateriale for Klevfos i sine samlinger. Som et ledd i Kunnskapsprosjektet har det blitt opprettet en egen lokal «bildeportal» som igjen er lenket opp mot Digitalt museum. Dette skal gjøre det enklere å finne frem i bildene for både de som jobber med forvaltningen av Klevfos industrimuseum i vår egen organisasjon og for eksterne samarbeidspartnere.

Bildene er sortert i fem ulike mapper:

1. Bilder fra fabrikkområdet – museumstida
2. Bilder fra fabrikkstida
3. Bilder av interiør og istandsetting
4. Tekniske tegninger av bygninger og driftsmateriell. Tegninger fra Klevfos Cellulose- & Papirfabriks arkiv.
5. Tekniske tegninger av bygninger og driftsmateriell. Tegningsoppdrag utført av Aadals Brug på oppdrag fra Klevfos Cellulose- & Papirfabrik.

Disse mappene ble i neste omgang utgangspunkt for en enkel underside til Klevfos industrimuseums nettsider. <https://klevfos.no/bilder-fra-klevfos-cellulose-og-papirfabrik>

Sikring av fotomateriale

I forbindelse med klargjøring av kontorlokaler i funksjonærboligen Skjærdal ble det foretatt opprydding. Flere kasser med fotomateriale har vært oppbevart i museets kontorlokaler. Dette har ikke vært optimalt hverken med tanke på klimatiske forhold eller sikkerhet. I kjelleren på Skjærdal er det et enkelt arkivrom med kontinuerlig luftavfukting. Dette ble ikke sett på som gode nok oppbevaringsforhold for fotomaterialet. På grunn av få andre oppbevaringsmuligheter ved Klevfos industrimuseum ble fotomaterialet fraktet til Norsk skogmuseum på Elverum, der materialet nå er plassert i egnet fotomagasin. Materialet er tilgjengelig på forespørsel.

Det ligger fortsatt en del innrammet bildemateriale oppbevart i kjelleren på Skjærdal. Dette er blant annet bilder som har vært brukt i utstillingsammenheng, eller det er materiale som tidligere har hengt på veggene i museets lokaler.

Fotomaterialet som nå er fraktet til Norsk skogmuseum inneholder bilder fra ca. 1980 til 2004. Mottaket er aksjonsført i Primus, og det er utarbeidet en detaljert innholdsoversikt. Fotomaterialet består av både hengemapper med dias, negativer, positiver (fremkalte bildeserier), DVD-tape, og miniDV, og CD-er med bilder.

Bildenes motiver er alt fra interiør- og eksteriørbilder av anlegget, åpningsarrangementet i 1986, museumsarrangementer som teaterforestillinger og utstillinger, bilder fra diverse befaringer og istandsettingstiltak i perioden, bilder fra diverse studieturer som er gjennomført av ansatte i museumstiden. I enkelte tilfeller vil det være samsvar mellom dette bildemateriale og Domkirkeoddens bildearkiv, dette må sjekkes i hvert enkelt tilfelle når bildematerialet skal registreres.

I forbindelse med industrimuseets undersøkelser av «vannets veier» under fabrikkbygningen ble det digitalisert cirka 40 bilder i hovedsak fra 1980-tallet. Bildene ble funnet i det samme fotomaterialet.

Dette bildematerialet er nå registrert og tilgjengelig for nedlastning og bruk via nettportalen Digitalt museum.

Lagring av filer

Lagring av Terratec-filer: <http://files.terratec.no/EFTClient/Account/Login.htm>

Under mappen: Klevfoss_Industrimuseum

Filezilla anbefales for nedlasting:

Vert: files.terratec.no

Brukernavn: Fabrica

Passord: dl16spe?rlp

Riksantikvarens kulturminnesøk: <https://www.kulturminnesok.no/>

Digitalt museum: <https://digitaltmuseum.no/search/?q=klevfos>

Delprosjekt 6: Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning

De fem første delprosjektene er innrettet mot å skaffe et teknisk grunnlag for å vurdere hvilke mulige strategier man har for å bevare Klevfos som et intakt industrianlegg. Kunnskapsprosjektets siktemål er å se disse mulighetene opp mot kulturminneverdiene i anlegget og legge frem alternative strategier for vern og utvikling. Det er derfor nødvendig å ha med et kulturminneperspektiv i arbeidet slik at sammenhengene i anlegget tydeliggjøres og eventuelle målkonflikter mellom tekniske krav og kulturminneverdier synliggjøres. En analyse av slike forhold fremlegges under. Vi tar utgangspunkt i de kulturminneverdiene Riksantikvaren har tilskrevet anlegget i den påbegynte fredningsprosessen, og vurderer og utdyper disse basert på ny innsikt i Kunnskapsprosjektet.

Siden forståelse av utfordringene i anlegget kan få konsekvenser for bevaringsstrategien lå det i den opprinnelige planen å arrangere et fagseminar hvor de foreløpige resultatene ble lagt frem over sommeren 2021. Vi valgte isteden å arrangere et mer spisset seminar om bevaring av saltinfrisert murverk. Ideen om et bredere anlagt seminar med vekt på kulturminneverdiene er imidlertid fortsatt relevant. Et slikt seminar kunne arrangeres som del av den videre fredningsprosessen i løpet av 2022. Med resultatene fra kunnskapsprosjektet som utgangspunkt ville det ligge til rette for en interessant diskusjon som involverte både medarbeiderne på Klevfos, kulturminneforvaltningen og andre representanter for fagmiljøene rundt de industrielle kulturminnene.

Riksantikvarens verdisetting av Klevfos

Utgangspunktet for oppstarten av Kunnskapsprosjektet var Klevfos' status som et av 15 nasjonalt prioriterte industrianlegg. Riksantikvaren hadde også varslet oppstart fredningssak. Det er derfor ingen tvil om at anlegget tilskrives nasjonal verdi som kulturminne. Riksantikvarens oppstartsbrev og utkast til fredningsdokumentasjon som vi har fått tilgang til, utdyper kulturminneverdiene ytterligere. Vi legger disse verdisettingene til grunn og vil ytterligere nyansere verdiene i anlegget, samt knytte dem til den tekniske tilstanden som grunnlag for utforming av bevaringstiltak og drøfting av bevaringsstrategier.

Fredningsforslaget omfatter hele kulturmiljøet rundt fabrikken, inkludert toglinjen.

Kunnskapsprosjektet er begrenset til de sentrale fabrikkbygningene. Vi vil derfor bare omtale andre elementer i miljøet når de har direkte sammenheng med den historiske produksjonsprosessen.

Riksantikvaren varslet oppstart av fredningssak i brev av 30.08.2018. De to mest sentrale avsnittene er gjengitt nedenfor:

Begrunnelse for fredning

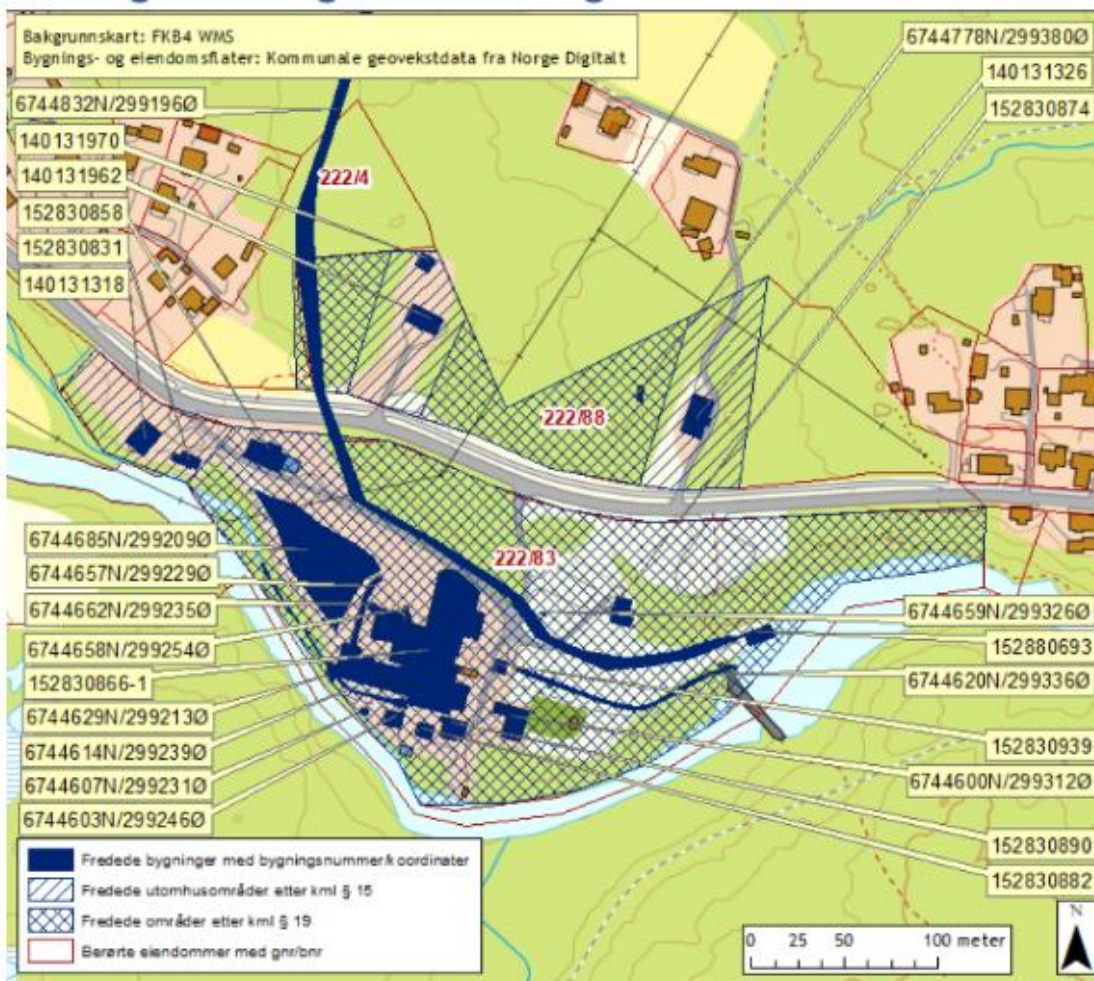
Stortinget har vedtatt en liste med 15 tekniske og industrielle anlegg som utgjør Riksantikvarens bevaringsprogram for tekniske og industrielle kulturminner. De 15 anleggene i bevaringsprogrammet er svært ulike, både i type og omfang. I tillegg til bygninger og produksjonslinjer med maskineri, transport og øvrig infrastruktur, har flere av anleggene også boliger og sosiale funksjoner som skole, rekreasjons- og grøntområder. Anleggene forteller spennende historier om arbeidere, ingeniører, industriherrer og gründere, samtidig som de også forteller viktige historier om utnyttelse av landets naturressurser.

De 15 anleggene er vurdert til å ha nasjonal verdi som representanter for vår nasjonale industrihistorie, med betydning for utviklingen av det moderne Norge. Riksantikvaren ser det som viktig at alle anleggene sikres for fremtiden gjennom det samme formelle vernet, fredning etter kulturminneloven. En fredning vil, i tillegg til å sikre kulturminneverdiene, styrke verdien av innsatsen og investeringene som er gjort av både eiere, forvaltere og Riksantikvaren. Fredning etter kulturminneloven vil også understreke at anleggene har nasjonal verdi, og er av stor betydning for norsk historie og utvikling.

Kort om kulturminnet

Klevfos Cellulose & Papirfabrik representerer kjemisk treforedling - og papirindustri fra siste del av 1800 - tallet og utover på 1900 - tallet. Fabrikken er lokalisert i Løten kommune, Hedmark fylke. Den ligger på nordsiden av Svartelva som var premissgivende for anleggets lokalisering og virksomhet. Klevfos Cellulose & Papirfabrik var i drift fra 1888 til 1976. Siden 1986 har anlegget fungert som museum. Klevfos er sammensatt av et større produksjonsbygg og omkringliggende bygninger tilknyttet produksjon, oppbevaring, administrasjon og sosiale funksjoner. I tillegg omfatter anlegget en mindre jernbaneparsell og flere trallebaner som bandt sammen produksjonslinjen internt på fabrikkområdet. Det ble også bygget et sidespor fra fabrikkområdet til Hamar - Grundsetbanen.

Elementer som inngår i varsel om fredning strekker seg tidsmessig fra oppstart av fabrikkens i 1888 til nedleggelsen i 1986.



Kart fra RA's upubliserte utkast til fredningsdokumentasjon. Versjonen i oppstartsbrevet har for dårlig oppløsning.

Ytterligere utdyping av Klevfos' kulturminneverdier

Riksantikvarens brev om oppstart av fredningssak inneholder en generell begrunnelse knyttet til Klevfos' plass blant de 15 prioriterte nasjonale industri kulturminnene. Videre avgrenser den kulturmiljøet på Klevfos og lister opp de enkelte bygninger og elementer som foreslås fredet. Til slutt presenteres en meget kort historikk for fabrikken. Et spesifikt formål med fredningen av Klevfos er imidlertid ennå ikke formulert.

Formålet med fredningen slik det blir formulert i fredningsvedtaket er avgjørende for den videre forvaltningen av en fredet bygning, siden det er en kortfattet konkretisering av verdiene i anlegget og hvilke kvaliteter den videre forvaltning særlig skal ivareta. For Klevfos' del gjelder det åpenbart helheten i det store og sammensatte kulturmiljøet, men også sammenhengen og utviklingen av produksjonslinjen. Kulturmiljøet faller utenfor Kunnskapsprosjektets formål, men produksjonslinjen er avgjørende for Klevfos som industrielt kulturminne. En lang rekke industribygninger er fredet eller regulert til bevaring, men uten produksjonsutstyr og inventar. Muligheten til å formidle industrihistorie blir derfor svært begrenset. På Klevfos er produksjonsutstyret langt på vei intakt slik det var da fabrikken stengte i 1976. I det følgende vil vi prøve å definere de særlige kulturminneverdiene ved Klevfos cellulose- og papirfabrikk.

Anlegget består av en produksjonslinje for papir hvor tømmer kom inn i den ene enden, ble brutt ned til cellulose, og ulike papirkvaliteter på rull og i ark kom ut på den andre siden. Den andre prosessen i fabrikken er lutlinja hvor luta som ble brukt til å bryte ned fibrene i cellulosen ble gjenvunnet for videre bruk i papirproduksjonen. Da produksjonen opphørte var produksjonsutstyret til lutlinja gått ut på dato med minst 40 år. I de siste årene av produksjonstiden ble det heller ikke laget egen cellulose på Klevfos, men anlegget fikk stå urørt. Det er lutlinja som gjør Klevfos unik. Slike eldre gjenvinningsanlegg er ikke bevart andre steder i Norge.

I 1895 var det 15 anlegg som produserte kjemisk cellulosemasse, mens det var produksjon av tremasse ved 56 tresliperier. I 1950 da den norske papirindustrien var på sitt mektigste, var det 22 anlegg som produserte kjemisk masse. Seks av disse benyttet sulfatmetoden. Slik var det frem til 1974 da Klevfos nedla celluloseproduksjonen. Nå er det ingen slike anlegg igjen. Både Mosselukt, Ranheimlukt og Klevfoslukt er borte.

I 1950 var det 51 papirfabrikker i landet, mens året da Klevfos ble nedlagt var den blitt en av 38.

Tidlig på 1950 tallet var cellulose- og papirindustrien en av landets viktigste eksportindustrier og utgjorde 25% av vareeksporten. Den sterke posisjonen hadde vart siden slutten av attenhetretallet, men da Klevfos ble nedlagt var andelen av eksporten sunket ned mot 1/10 av dette (Moen 1998).

Internasjonal sjeldenhet

Produksjonslinjen for papir på Klevfos er godt bevart og representativ for denne delen av industrihistorien. Det unike på Klevfos er imidlertid produksjonslinjen for lutgjenvinning. Siden denne prosessen ble videreutviklet på en revolusjonerende måte allerede på 1930-tallet med Tomlinsonprosessen, er slike anlegg blitt svært sjeldne. Vi kan anta at de ble revet fordi fabrikkbygningene har vært i dårlig stand på grunn av saltpåvirkningen og maskineriet ble utdatert for nesten 100 år siden. Vi har ikke lyktes med å finne tilsvarende anlegg bevart i Norden og trolig er denne produksjonslinjen svært sjelden også i verdensammenheng.

Kulturminneverdiene i fabrikanlegget på Klevfos

Det finnes ulike varianter av begrepsapparatet for kulturminneverdier, men hovedinndelingen i kunnskapsverdier og opplevelsesverdier er allmenn. I tillegg til verdiene kommer egenskaper med kulturminnene som kan fremme eller vanskeliggjøre vern. Det følgende er en kort drøfting av de ulike verdiene slik de kan tilskrives Klevfos fabrikker.

Kunnskapsverdier: Dokumentasjons- og kildeverdier

Denne gruppen av verdier handler om å ivareta kulturminner som kilde. Ofte inneholder bygninger og anlegg informasjon som ikke finnes i skriftlige kilder eller som er vanskelig tilgjengelig. Det er derfor avgjørende for vurderingen av kulturminner i hvilken grad de er bærere av kunnskapsverdier. Det er også viktig å være oppmerksom på disse som premiss for den videre forvaltningen.

Bygningshistorisk verdi

Fabrikkbygningene på Klevfos er helt spesifikt tilpasset den produksjonen som foregikk i fabrikk. Observasjon av bygningene sammen med tolkning av eldre fotografier og kart gir forståelse av utviklingen av produksjonsanlegget over tid. Ombygde og tilbygde deler av anlegget er kilder til endringer i produksjonen. Den bygningshistoriske verdien er høy.

Teknologihistorisk/håndverkshistorisk verdi

Bygninger og installasjoner er representative for håndverket i perioden. Teknologihistorien knyttet til produksjonsutstyret er unik. Vi kan følge sulfatprosessen fra den ble tatt i bruk i 1904 frem til celluloseproduksjonen opphørte i 1972. Lutlinja er nå unik i nordisk, kanskje også i videre, sammenheng. Også papirlinja et svært godt bevart og utgjør et nær komplett anlegg.

Et aspekt ved teknologihistorien er den ressursbruken anlegget gjenspeiler. Den opprinnelige kraftkilden var elva som også fraktet råvarene; tømmer fra skogene omkring. Det bør derfor utvilsomt vurderes om fredningsområdet skal utvides til også å omfatte dammen som en forutsetning for kraftutnyttelsen. Kokeluta ble resirkulert for å redusere behovet for innkjøpte kjemikalier. Kalken som inngikk i prosessen, ble brent av stein fra Hamarområdet. Fabrikk representerte altså kortreiste ressurser og resirkulering, samtidig som den forteller en forurensningshistorie, der bl.a. mye lut har blitt sluppet ut i Svartelva. Totalt sett er den teknologihistoriske verdien svært høy.

Arkitekturhistorisk verdi

Fabrikkbygningene, med materialbruk og byggeteknikk, er typiske for sin tid og stilen er representativ for industribygninger fra midten av attenhundretallet og frem til mellomkrigstiden. Dette er en arkitektur som er preget av bygningenes funksjon. Tegl var et rimelig og forholdsvis kortreist materiale med lang holdbarhet og lite behov for vedlikehold under normale omstendigheter. Bygningenes volumer er helt tilpasset det maskineriet de rommer og vinduene er det viktigste elementet i fasadene. Vinduenes hovedfunksjon var imidlertid å gi lys inn i lokalene. Utsmykningen begrenser seg til sprang, gesimser, etc. i teglveggene. Det kostet lite ekstra og gjorde at bygningene tok seg godt ut. Den arkitekturhistoriske verdien må ses i sammenheng med at det er mange andre tilsvarende industribygninger i landet. Selv om bygningskomplekset er spesialtilpasset formålet vurderes den arkitekturhistoriske verdien som middels til høy.

Samfunnshistorisk/sosialhistorisk verdi

Klevfos er et sammensatt kulturmiljø med arbeiderboliger og administrasjonsbygg, lokomotivstall og vannkanal. Et slikt lite industrisamfunn har høy sosialhistorisk verdi. I selve fabrikkbygningene er dette aspektet mindre tydelig, men ved å studere de enkelte arbeidsstasjonene og forholdene gjennom året nærmere, har fabrikken også kildeverdi om arbeidsforholdene i industrien mens den fortsatt var inne i sin glansperiode.

Et annet aspekt ved fabrikker er økonomisk-historisk og det handler om lokal industrietablering generelt og utviklingen av celluloseindustrien spesielt. Fra etableringen av lokale gründere med støtte fra utenlandske ingeniører, via oppkjøpet inn i Unionkonsernet, til siste kapittel hvor det igjen var lokale krefter som eide fabrikken. Den historiske verdien til både kulturmiljøet og selve produksjonsanlegget er svært høy.

Personalhistorisk verdi

Ingen personer av nasjonal betydning er spesielt knyttet til Klevfos fabrikker. På lokalt nivå har imidlertid fabrikken personalhistorisk verdi. Etter nedleggelsen av Aadals bruk i 1928 ble det en hjørnesteinsbedrift som mange familier var avhengige av. Fremtredende folk i både fabrikkledelsen, fagbevegelsen og blant fagarbeiderne har hatt stor betydning for lokalmiljøet på Klevfos. I et nasjonalt perspektiv, må den personalhistoriske verdien likevel anses å være lav.

Opplevelsesverdier

Opplevelsesverdiene er mer intuitive enn kunnskapsverdiene og handler om hvordan et kulturminne kan gi besøkende sanselige opplevelser. Opplevelsene kan spenne fra skjønnhet og undring til levdt liv og forfall.

Arkitektonisk verdi

Selv om ikke fabrikkbygningene på Klevfos fremstår med ekstraordinære arkitekturhistoriske kvaliteter har de absolutt arkitektonisk verdi. De er umiddelbart gjenkjennelige som eldre industribygg og ligger fint i terrenget ned mot Svartelva. Den arkitektoniske verdien er høy.

Kunstnerisk/estetisk verdi

Det er ingen kunstnerisk utsmykning av fabrikkbygningen og heller ikke annet enn arkitekturen som har hatt estetiske siktemål. Anlegget har likevel estetisk verdi og de fleste vil enes om at det er godt tilpasset omgivelsene og fremstår som tiltalende. Produksjonsanlegget er i høyeste grad preget av sin funksjon, men fremstår likevel som estetisk vellykket for en moderne betrakter. Den estetiske verdien er middels.

Brukspreget, alderspreget verdi, patina

På Klevfos er sporene etter bruk gjennom mange tiår vel så utpreget som de kvaliteter som er designet inn i anlegget. Opplevelsen av fabrikken som et sted hvor noen bare skrudde av lyset og gikk, er sterk. Det ligger redskap og materialer rundt omkring i bygningene som bidrar til denne følelsen. At bygningsdeler og overflater er så skadet at de er blitt fornyet eller må fornyes i nær fremtid, vil føre til at alderspreget blir svekket. De delene av anlegget som har størst behov for istandsetting fremstår i dag med en forfallsestetikk som gjør sterkt inntrykk. Spørsmålet er imidlertid om denne tilstanden er representativ for fabrikken i produksjonstiden, før forfallet satte inn. Bilder fra produksjonstiden gir inntrykk av rene og ryddige lokaler. Vi står derfor overfor en krevende

balansering mellom å ivareta det historiske produksjonsmiljøet slik det var og slik det fremstår i dag med mange års forfall frem mot nedleggelsen og i etterkant av denne.

Forfallet forteller om nedgangstidene frem mot nedleggelsen og årene etter, men formaålete med fredningen er først og fremst å formidle celluloseindustriens betydning i norsk næringsliv.

|Brukspreget vil svekkes om anlegget settes forsvarlig i stand, spesielt gjelder dette behovet for omfattende bruk av offerpuss. Slik puss vil imidlertid over tid bli utsatt for nedbrytning som tidligere og vil inn gå som et nytt kapittel i fabrikkens vedlikeholdshistorie. Klevfos vil også etter slik behandling ha høy brukspreget verdi.

Miljøskapende verdi

Klevfoss som kulturmiljø er forholdsvis isolert selv om det både knytter an til jordbrukslandskapet rundt og Ådalsbruk lenger opp langs elva. Det er likevel lite relevant å snakke om anleggets miljøskapende verdi knyttet til det større landskapet. Derimot er det slik at de forskjellige bygningene på Klevfoss gjensidig forsterker hverandre, nettopp gjennom at de til sammen danner et representativt kulturmiljø. Dette kulturmiljøet er relativt uendret. Lite er tilført, men en rekke lagerbygninger er fjernet etter 1976, og de store tømmerstablene er borte, slik at fabrikk nå står vesentlig mer ensomt i landskapet enn for 50 år siden. Kulturmiljøets egenverdi er likevel høy og som del av dette miljøet har fabrikkbygningene høy miljøskapende verdi.

Identitetsskapende/kontinuitetsskapende verdi

Som hjørnesteinsbedrift på et lite sted har fabrikk vært en sentral del av identiteten for beboerne. Nå snart 50 år etter nedleggelsen er denne verdien antagelig svekket. Samtidig fremstår fabrikkbygningen som mer særpreget enn noen gang. Det har samme navn som stedet og bidrar gjennom museumsdriften til å gi stedet ny identitet. Den identitetsskapende verdien er likevel vanskelig å fastslå. For å avklare denne verdien må en gjøre en undersøkelse for å forstå hvordan beboere omkring og i den nære regionen oppfatter stedet.

Forbløffelses/nysgjerrighetsskapende verdi

Selv om Klevfos ble nedlagt for bare knapt 50 år siden fremstår det som et minne fra en annen tid. Yngre mennesker vil oppleve anlegget som eksotisk og fremmed. Det kan bidra til refleksjon om velstandsutvikling, arbeidsmiljø og forurensning. På Klevfos blir disse abstrakte begrepene svært konkrete. Nærmere undersøkelser av produksjonsprosessen fører også til undring og gir store muligheter til fordykning. Bare ved nærstudier av fabrikk kan man forstå prosessen. Den nysgjerrighetsskapende verdien er høy.

Symbolverdi

Så vidt vi kjenner til knytter det seg ikke særlige symbolverdier til Klevfos, men et trekk ved fabrikkbygningen som har symbolverdi er de to høye teglkorsteinene. Om det er ett trekk ved bygningene som representerer fabrikkhistorien er det disse.

Forsterkende, overgripende forutsetninger som fremmer de ovennevnte verdiene

Dette er begreper som rommer kvaliteter ved kulturminnene som likevel ikke er del av deres kulturminneverdi. Historisk bruk kan for eksempel være en kulturminneverdi, mens brukbarhet til et nytt formål ikke er det. Det hører til denne kategorien forhold som kan vekke kulturminneverdiene eller utgjøre praktiske forutsetninger for vern.

Autentisitet/ekthet

Anleggets restaureringshistorie siden 1980, slik den er presentert i årsskriftet Klev, forteller om omfattende utbedringer og utskifting av materialer. Substansen i anlegget er likevel i all hovedsak autentisk. Reparasjonene er gjennomført i museumsøyemed og det er derfor lagt vekt på å videreføre materialbruk og håndverksteknikker. Enkelte tilpasninger er gjort for å oppfylle funksjonen som museum, spesielt byggingen av inngangspartiet med lager og kontor og møbleringen i hollenderiet. Det siste er fullt ut reversibelt og inngangspartiet er i hovedsak en addisjon. Ut fra en totalvurdering fremstår anlegget med høy autentisitet knyttet til fabrikktiden.

Kvalitet/vedlikeholdstilstand

Papirlinja er i jevnt god stand og kan ivaretas gjennom vanlig vedlikehold. Lutlinja er mer krevende og står overfor både kortsiktige tiltak og et langsiktig vedlikehold som vil være ressurskrevende. Ivaretagelse krever en langsiktig finansiering. Istandsetting av skadde bygningsdeler medfører også tap av autentisk materiale. Dette kan langt på vei kompenseres ved istandsetting i henhold til prinsippene for prosessuell autentisitet. Verdien i anlegget er relativt robuste og tåler også istandsetting og vedlikehold med nyere metoder forutsatt at de tekniske konsekvensene er fullt ut forstått. Se en utdypning av denne problemstillingen i kapittel 4.

Tydighet/pedagogisk potensiale

Anlegget egner seg godt til formidling og funksjonen som museum gjør at det finnes ressurser for tilrettelegging og aktiv formidling overfor besøkende.

Representativitet/sjeldenhet

Klevfos har den ideelle blanding av representativitet og sjeldenhet. Det vil si at den står som en god representant for en av våre viktigste industrier i perioden 1850 til 1950, samtidig som den nå er blitt svært sjelden. Lutgjenvinningslinja har internasjonal kulturminneverdi.

Anvendbarhet/ funksjonsdyktighet

Anlegget har ingen bruksverdi knyttet til opprinnelig funksjon. Et unntak er dammen og tilførselskanalen som kan benyttes for å utnytte fallet til produksjon av elektrisitet i en moderne generator, som i sin tur kan bidra til klimatisering av fabrikkene. Siden 1983 er fabrikkene benyttet som museum og arena for musikk og teater. Den er godt egnet for denne bruken som planlegges videreført.

Kulturminnets sårbarhet og trusselscenarier

Et kulturminnes sårbarhet avhenger av hvordan dets verdier påvirkes av tiltak og hendelser. Det er ikke slik at høye verdier gir høy sårbarhet, selv om det er særlig viktig å ivareta de høyeste verdiene. Sårbarheten er en direkte følge av kulturminnets karakter. Typisk vil et rikt utsmykket kirkerom eller salen på en herregård være mer sårbart enn et grovt industrilokale. Der et silketapet må behandles med hvite hansker kan en fyrkjel utsettes for sandblåsing og sprøytemaling uten å tape kulturminneverdi. Det skyldes ikke at fyrkjelen har lavere verdi, men at den er mindre sårbar.

For å vurdere sårbarheten til industribygningene på Klevfos benytter vi aktuelle trusler som scenarier for en drøfting av mulige konsekvenser for kulturminneverdiene. Noen av truslene er rettet mot anleggets fysiske bevaring. Det sier seg selv at en storbrann ville ødelegge kulturminneverdiene. Sårbarhetsvurderingene er derimot vesentlige når tiltak for brannvern skal planlegges.

Akselererende forfall

Sterkt forfall og mulig påfølgende kollaps av bygningsdeler og installasjoner er en aktuell problemstilling for deler av anlegget på Klevfos. Om et fundament forvitrer slik at det kollapse vil det kunne føre til skader langt utover tapet av selve fundamentet. Om det for eksempel skulle inntreffe kollaps av deler av varpa vil verditapet være formidabelt. De store ståltromlene i varpa er for eksempel sterkt rustskadde og ville ganske sikkert bli deformert om fundamentet skulle bryte sammen. Alt maskineriet i produksjonsprosessen er essensielle deler av kulturminneverdiene, derfor er sikring mot kollaps av stor betydning.

Anlegget er sårbart for videre nedbrytning av murverk, og både fundamenter og vegger må overvåkes kontinuerlig, samtidig som kortsiktige og langsiktige tiltak planlegges, jfr. DP 1 og DP 3. Til tross for at forfallet truer stabiliteten på enkelte steder i anlegget, er det generelle bildet relativt langsom nedbrytning som kan bremses vesentlig ved gjennomføring av tiltakene foreslått i Kunnskapsprosjektet.

Brann

Brann er den plutselige hendelsen som kan gjøre mest skade på Klevfos. Om det skulle oppstå brann i en del av anlegget er det stor fare for spredning slik at store deler eller hele fabrikken ville gå tapt. Videreutvikling av brannstrategien har ikke inngått i Kunnskapsprosjektet, men DP 2 har bidratt til at det lokale brannvesenet nå igjen vil benytte slukkevann om brann skulle oppstå. På grunn av anleggets sårbarhet overfor brann bør et forbedret system for varsling og slukking prioriteres høyt dersom beslutningen om langsiktig vern opprettholdes.

Etablering av slukkeanlegg innebærer montering av et stort rørsystem gjennom hele anlegget. Det er et betydelig inngrep som også vil være godt synlig. Ved gjennomtenkt valg av løsning, rørmaterialer og god innplassering vil dette kunne gjennomføres uten sterk konflikt med kulturminneverdiene. Miljøet er fra før sterkt preget av rørføringer, så det viktigste hensynet er å sørge for at slukkeanlegget blir godt lesbart som en moderne installasjon. Feilutløsninger forekommer og kan føre til vannskader. Selv om interiørene på Klevfos i seg selv er robuste, er det viktig å unngå større vannmengder i bygningene. Man må derfor legge stor vekt på å redusere risikoen for feilutløsning.

Flom

Beliggenheten ved Svartelva og tilførselskanalen som bringer vannet opp på nivå med de høyere deler av fabrikken gjør Klevfos flomutsatt. Vi kjenner ikke til om flom faktisk har skadet anlegget, men vi antar at dersom dammen brast ville det kunne føre til skader på de lavereliggende delene av fabrikken. Om ikke vannmengden i tilførselskanalen ble kontrollert ville den også kunne medføre vannskader i turbinhallen. Denne trusselen er neppe like akutt som brannfaren, men det er et aspekt som bør være med i videre tiltak knyttet til dammen og planer om utnyttelse av vannkraften.

Generelt er bygningsmassen og teglinstallasjonene sårbare overfor fuktighet. Flomvann er derfor ikke ønskelig. Murverket som er mest utsatt for saltforvitring ligger på øvre nivå hvor flomfaren antas å være minst. Papirmaskinen ligger imidlertid på nedre nivå. Denne er i forholdsvis god stand, men raskt forfall vil kunne oppstå om den ble satt under vann.

Nybygging

Det helhetlige kulturmiljøet vil være sårbart for nybygging, siden det i dag er gjort få endringer på landskapsnivå siden fabrikktiden. Selve fabrikkbygningen er mindre sårbare så lenge man unngår bygging som påvirker opplevelsen av fabrikken fra omgivelsene eller relasjonen mellom fabrikken og vannveiene. Fabrikkens størrelse gjør at den kan tåle visse endringer i det omkringliggende

bygningsmiljøet, men et nytt formidlingsbygg må plasseres med stor omtanke slik at det ikke blir et element som konkurrerer med fabrikkbygningene. Det må være en forutsetning at disse også i fremtiden er kulturmiljøets tydelige tyngdepunkt.

Istandsetting og vedlikehold

Paradoksalt nok kan også istandsetting og vedlikehold anses som en mulig trussel mot kulturminneverdiene. Feil valg av løsninger kan både føre til direkte tap av kulturminneverdier og utløse en uønsket skadeutvikling som på lengre sikt svekker kulturminneverdiene. Noen ganger er manglende vedlikehold mindre skadelig enn feil vedlikehold. Dette forholdet drøftes mer inngående i kapittel 4 hvor vi tar for oss de foreslåtte tiltakene i lys av denne problemstillingen.

Konklusjoner og anbefalinger

Formålet med fredning

I fredningsforslaget er det ikke formulert et formål med fredningen. Siden formålet med fredningen er en viktig premiss for videre forvaltning og klargjørende når en skal gjøre valg som kan påvirke kulturminneverdiene, vil vi her foreslå de momentene som bør inngå som grunnlag for videre drøfting av hvordan kulturminneverdiene i anlegget skal vektas.

- Det komplette industrielle kulturmiljøet med fabrikk/produksjon, energiforsyning, transportveier, administrasjon, boliger.
- Fabrikkanlegget med alle elementer fra produksjonstiden med vekt på bygninger og produksjonsutstyr. Særlig viktig er bevaring av den komplette lutgjenvinningslinja og papirlinja fra tømmer til ferdige papirprodukter.
- Forholdet til lokale naturressurser. Vannet fra Svartelva, via dammen, tilførselskanalen og utløpskanalen til produksjon og transport og utstyr til å produsere egen energi.
- Forurensningshistorien med mesakalkhaugene på begge sider av elva som Klevfos' slagghauger.
- Sosialhistorien med vekt på elementer knyttet til de ulike sosiale gruppene som har utgjort arbeidsmiljøet på Klevfos.

Anbefalinger

Dette utløser spesielt ett innspill til varslet fredningsomfang: Fredningen bør også å omfatte dammen som er en forutsetning for anleggets etablering og historiske drift.

4 Verdivurderinger og kulturminnefaglig sammenfatning

I dette kapitlet sammenfattes vurdering av kulturminneverdier og tilrådingene for istandsetting av Klevfos. Ivaretagelse av kulturminneverdier samtidig som det gjøres tiltak for praktisk vern kan inneholde noen dilemmaer. Vi drøfter derfor alternative vernestrategier og mulige konflikter mellom tiltak og kulturminneverdier. Tilsvarende drøftes potensielle målkonflikter ved tilrettelegging for bruk, deriblant den museale bruken av anlegget. Skal alle deler av fabrikkens tilrettelegges for publikum? Det kan påvirke omfang av sikring og løsninger som blir valgt.

Et avgjørende spørsmål vil være hva som blir de økonomiske konsekvensene av vern slik de er kartlagt i DP 4. Siste avsnitt gir anbefalinger knyttet til en forvaltningsplan for anlegget og anbefalinger for prioriteringer av videre arbeider i 5 års perspektiv.

Alternative vernestrategier

Bakgrunnen for Kunnskapsprosjektet var en erkjennelse av at langsiktig bevaring av fabrikkanlegget på Klevfos ville være teknisk utfordrende og ressurskrevende. Ville det i det hele tatt være mulig å bevare hele fabrikkens på en konvensjonell måte? Eller er situasjonen på Klevfos så spesiell at den ikke egner seg for vern innenfor rammene av kulturminneloven? Finnes i så fall relevante strategier for alternativ bevaring? Disse spørsmålene har gjort at vi fra starten løpende har foretatt vurderinger av alternative bevaringsstrategier. Vi har sett på spennet mellom konvensjonell bygningsbevaring til «død i skjønnhet» og kun digital dokumentasjon. Nedenfor følger en kort drøfting av de ulike prinsippene og konsekvensene for Klevfos.

Konvensjonell bygningsbevaring

Kulturminnevernets tradisjonelle innfallsvinkel har vært istandsetting av skadde bygningsdeler med historiske materialer og metoder. Målet har vært å videreføre tradisjonelt vedlikehold med minst mulig inngrep i historiske materialer. Denne praksisen har vært retningsgivende for arbeidene som er gjennomført på Klevfos siden 1980.

Normalt blir verdifulle anlegg ivaretatt på denne måten dersom det er teknisk mulig. Metoden gir en merverdi med å holde i hevd tradisjonelle håndverksteknikker og bygningenes identitet videreføres gjennom prosessene. Bygningene vil fremstå som lite endrede og på kulturmiljønivå vil anlegget være intakt. Spørsmålet har vært om forfallet på Klevfos er så kritisk og prognosene så negative at denne strategien må forlates. Vår hovedkonklusjon er at med de rette grep og tilstrekkelige ressurser, vil konvensjonell bevaring være mulig og dermed anbefalt som hovedløsning for Klevfos.

Vernebygg

Noen kulturminner er så skadde at de ikke er egnet for bevaring uten større inngrep i form av vernekonstruksjoner som gir et kontrollert miljø. Et nærliggende eksempel er domkirkeruinen på Hamar. Om ikke ruinen ble dekket til ville det være fare for kollaps av arkaderekken. Fordelene med en slik metode er at man ikke trenger å gjøre større tiltak med selve kulturminnet siden miljøet kontrolleres av vernebygget. Ulempene er at et slikt grep sterk vil påvirke kulturmiljøet. Det er dessuten en teknisk krevende og kostbar løsning.

Vernebygg blir oftest benyttet for å sikre ruiner som er bygningsrester som ikke lenger er egnede til å bli eksponert for været. Klevfos har taket i behold og er dermed lang enklere å ta vare på. En eventuell vernekonstruksjon ville bli svært stor, og tilsvarende kostbar. Videre vil det fortsatt være en

utfordring å få full kontroll på miljøet all den tid murverket fortsatt er fult av salter. Løsningen anbefales ikke på Klevfos.

Fornyng av sterkt skadde bygningsdeler

Rekonstruksjon av tapte eller sterkt skadde bygningsdeler kan være et aktuelt grep der det kan gjøres på godt dokumentert grunnlag. Det er en løsning hvor de autentiske materialene går tapt, men hvor både form og funksjon og prosessuell autenticitet kan ivaretas.

På Klevfos er denne metoden benyttet på avgrensede bygningsdeler der teglsteinen har vært sterkt skadd. Ytterveggene er for eksempel murt om i nedre deler av Sodahusets nordvegg. I ytterste konsekvens kunne veggene i Sodahus og Luthus rives og gjenoppbygges som kopier i teglstein som ikke er saltinfisert. Dersom arbeidet ble utført som presise kopier med riktige materialer og av dyktige håndverkere ville miljøverdiene været godt ivaretatt og opplevelsen av anlegget ville over tid bli lite påvirket. Store mengder originalmateriale ville imidlertid gå tapt. Tiltaket ville få store konsekvenser også for andre konstruksjoner som takverket som hviler på ytterveggene. Et så omfattende tiltak vil kunne utløse nye tekniske krav som fullstendig vil underminere vernet av fabrikkbygningene. Til slutt ville dette grepet bli svært kostbart.

Delvis fornyelse av konstruksjonen vil være en nødvendig del av et løpende restaureringsarbeid, men bør begrenses så mye som mulig og få et langt mindre omfang enn fornyelse av hele bygningsdeler.



Fabrikkanlegget fra øst. Både skuret hvor tømmeret/flisa kom inn og trafostasjonen er revet.
Foto: Erik Moestue/Anno museum.

Delbevaring

Et mer radikalt alternativ er å prioritere bevaringen av bygningsdeler i god stand og velge bort andre deler av anlegget. Til en viss grad har man allerede gjort slike valg på Klevfos og revet skur og lette konstruksjoner som lagerbygninger som sto rundt teglbygningene. Huggeriet som i høyeste grad var en essensiell del av produksjonen ble flyttet ut av den gamle fabrikk mellom 1956 og -68 da det nye huggeriet ble etablert som en frittstående betongkonstruksjon øst for fabrikk. Det står nå som en lite forståelig ruin. Da inngangspartiet ble bygget om til museumsformål 2003-04, ble tømmerets vei inn i fabrikk ytterligere utdeliggjort. Skal man velge bort deler av et industrianlegg må forutsetningen være at det ikke oppstår «missing links» i produksjonsprosessen. Bygninger med støttefunksjoner eller med løs tilknytning til produksjonen kan nedprioriteres dersom bevaring er svært krevende og ikke står i forhold til kulturminneverdiene.

På Klevfos er dette spørsmålet aktuelt for Sodahuset og Luthuset. Disse bygningsdelene ligger på én kant av fabrikk og er i særklasse mest utsatt for saltnedbrytning. Bygningene er imidlertid essensielle for å bevare lutgjenvinningslinja. Det var her denne prosessen foregikk. Uten disse bygningene vil Klevfos først og fremst være en papirfabrikk. Siden det er lutgjenvinningsprosessen som gjør Klevfos til et unikt anlegg, ville det være ødeleggende for kulturminneverdiene om denne delen av fabrikk ble revet. Det da kan stilles spørsmål ved om Klevfos fortsatt vil være et fredningsobjekt.

«Død i skjønnhet»

Kulturminnevernets innretning er å prøve å bremse forfallet så langt som praktisk mulig for å oppnå en langsiktig bevaring av en bygning eller et anlegg. Noen ganger er de tekniske bevaringsforholdene så vanskelige eller kostnaden så høy at dette i praksis ikke er mulig. Da er et alternativ å gjøre minimalt med vedlikehold og akseptere at kulturminnene vil gå naturlig til grunne i løpet av et begrenset tidsrom. Dette er blant annet den valgte strategien for en del av de fredete fangsthyttene på Svalbard.

Selv om bevaring av Luthus og Sodahus er krevende, tror vi at langsiktig bevaring er teknisk mulig. Naturlig forfall er uansett ikke en praktisk strategi i et tett befolket område hvor sikkerhetshensyn ikke tillater naturlig utvikling mot ruin. På Klevfos er det i tillegg en problemstilling knyttet til fare for rester av forurensning i maskineriet. På mikronivå kan tenkningen likevel være relevant. For eksempel kan man velge å la en tank eller annen maskindel stå ukonservert og akseptere at den i løpet av et begrenset tidsrom må erstattes med en kopi. Dette forutsetter at objektet er godt nok dokumentert.

Digital dokumentasjon

For ekstremt store og kostnadskrevende installasjoner kan fysisk bevaring være praktisk og økonomisk umulig. Da er et alternativ å ta vare på mest mulig av kunnskapsverdiene gjennom en gjennomtenkt dokumentasjonsprosess. Dette er blant annet strategien for å ivareta kulturminneverdiene til utvalgte oljeinstallasjoner i Nordsjøen og prinsippet for alle arkeologiske utgravninger. Erfaring tilsier imidlertid at det er umulig å fulldokumentere et komplekst anlegg. Det er så mange aspekter å ivareta at noe alltid havner i en blindsoner. Dokumentasjonsstrategien må derfor være gjennomtenkt og reflektert ut ifra de problemstillinger man prioriterer å ivareta.

I DP 5 er fabrikkbygningenes interiører og eksteriør slik de sto høsten 2020 dokumentert gjennom laserscanning fra gulvnivå og fra drone. Dokumentasjonen finnes som punktsky og bearbeidet som BIM-modell. I tillegg er historiske fotografier, tegninger og arkivalia systematisert og tilgjengeliggjort. Til sammen gir dette nye muligheter for å lage en presis fredningsdokumentasjon, samt formidling av

interiører og produksjonsprosess på ulike plattformer. Om deler av anlegget må stenges for publikum i perioder vil den scannede modellen delvis kunne kompensere for det. Dokumentasjonen hjelper oss å forstå utviklingen av anlegget og gir en inngående kunnskap om fabrikken på et gitt tidspunkt. Det vil være et referansepunkt på lang sikt. For Klevfos er digital dokumentasjon ikke et alternativ til fysisk bevaring, men et verdifullt supplement.

Konklusjoner og anbefalinger

Det ligger til rette for å opprettholde anleggets fredningsverdier gjennom bruk av konvensjonelle vernestrategier. Det er den strategien som best ivaretar de nasjonale kulturminneverdiene. Alternative strategier kan imidlertid være et verdifullt supplement.

Anbefalinger

Det anbefales å gå inn for konvensjonelt vern av Klevfos cellulose- og papirfabrikk som kulturminne.

Praktiske bevaringsutfordringer versus kulturminneverdiene

Bevaring av et materielt kulturminne forutsetter at man greier å ta vare på landskap, bygninger og strukturer på en langsiktig måte. Samtidig er det et paradoks at for å motstå tidens tann kan det være nødvendig å gjøre tiltak som i realiteten er store inngrep i kulturminnene. Det kan være utskifting av materialer og bygningsdeler og/eller forbedring av konstruksjoner for å forsinke nedbrytningen. Dette er tiltak som reduserer kulturminnets autentisitet, samtidig som det muliggjør en mer langsiktig bevaring. Hensynet til bruk og formidling kan føre til behov for ytterligere tiltak som strengt tatt går ut over kulturminneverdiene.

I et anlegg som Klevfos er det helt nødvendig å være spesielt klar over disse motsetningene. Både det sterke murverksforfallet og funksjonen som museum fører med seg et stort potensial for konflikt mellom langsiktig fysisk bevaring og tilrettelegging for publikum på den ene siden og ønsket om å ta vare på et mest mulig urørt kulturminne på den andre. Vi vil her drøfte de konkrete konfliktene som kan oppstå på Klevfos og mulige løsninger.

Mulige konflikter mellom tiltak og kulturminneverdier

Istandsetting av den mest skadde delen av bygningsmassen på Klevfos forutsetter vesentlig utskifting av skadd materiale. Det vil også være nødvendig å gjøre tiltak som medfører både inngrep og visuelle endringer i bygningene. Det kan f.eks. være tiltak for drenering, lufttetting eller klimastyring.

Fabrikken fremstår i dag som autentisk og gir følelsen av at den er etterlatt slik den var da driften opphørte på 1970-tallet. Gjennomgang av årsrapportene for Industrimuseet siden 1983 viser imidlertid at det er blitt utført store arbeider siden nedleggelsen. Fabrikken var nedslitt, lutgjenvinningsanlegget gikk ikke de 4 siste årene av produksjonstiden og bygningene sto minst 5 år uten noen form for bruk.

Også fremover vil det være nødvendig med vesentlige utbedringer og en stor kontinuerlig vedlikeholdsinnsett for å ta vare på bygninger og utstyr. Dette arbeidet er nødvendig for bevaring av anlegget samtidig som det gradvis vil svekke dets autentisitet. Dette er et innebygd dilemma i alt kulturminnevern, men det kommer særlig sterkt til uttrykk i et anlegg som Klevfos.

Dersom man velger å arbeide for langsiktig bevaring vil det være nødvendig å ofre full materialautentisitet i deler av anlegget. Dette kan delvis oppveies gjennom god dokumentasjon, samt tiltak som ivaretar prosessuell autentisitet, det vil si at man skifter ut og vedlikeholder slik man gjorde i fabrikktiden. Endrede vilkår som at ikke lenger er overskuddsvarme i store deler av anlegget, gjør imidlertid at det også vil være nødvendig å gjøre tiltak utover det tradisjonelle vedlikeholdet. Nedenfor kommer en drøfting av en del av de foreslåtte tiltakene i lys av de kulturminneverdier som kan bli påvirket.



Utvendig mur Sodahuset spekket med sterk mørtel som skader både mørtelen under og teglsteienen.

Bruk av feil materialer til reparasjoner og vedlikehold

Reparasjoner og vedlikehold av historiske konstruksjoner medfører alltid en risiko for at valg av materialer og metoder fører til uforutsette skader. I noen tilfeller er uheldig løsninger del av den opprinnelige utførelsen og man må ta stilling til om historisk utførelse skal videreføres eller om man skal justere valg av materialer eller metoder for å oppnå bedre holdbarhet. På et industrianlegg som Klevfos er begge problemstillingene aktuelle. Et uheldig materialvalg ble sist aktualisert ved den store murverksrestaureringen i 2013 da KC 35/65 ifølge beskrivelsen ble benyttet til alt refugingsarbeide. Mørtelen er for sterk og har ført til akselererende skader på tilliggende teglstein.

Det er avgjørende å være bevisst på denne faren ved planlegging av alle arbeider på Klevfos. I et så stort og krevende anlegg må det legges stor vekt på å gjøre valg som gir tiltak med lang forventet varighet. Det betyr at man skal la være å eksperimentere med uprøvde metoder som man ikke overskuer konsekvensene av. En pragmatisk holdning til valg av materiale og metode er imidlertid nødvendig.

Murverksutskifting

Det omfattende murrestaureringsprosjektet i 2013 førte til en del inngrep i murverket. Tegl som var så skadd at bæreevnen var svekket ble skiftet ut og en stor andel av fugene ble fornyet. Også nå er skadebildet slik at utskifting av tegl i større partier vil være nødvendig for eksempel i fundamentet til varpa og deler av ytterveggene i Sodahus og Luthus. Det må brukes tegl som er mest mulig lik den gamle når det gjelder format og farge. I værutsatte områder vil det kunne være gunstig å benytte en tegl som er hardere brent. Det er en type tilpasning som øker holdbarheten uten mertap av autentisitet. Minst like viktig er valg av murmørtler som er tilpasset det historiske murverket og ikke er for sterke slik at de over tid skader dette.



En midlertidig støtte konstruksjon av tre sikrer den ene av tromlene i varpa.

Støttekonstruksjoner

Varpa og silkarene i Luthuset er de delene av anlegget som nå har mest akutte stabilitetsutfordringer. Av hensyn til HMS og risiko for følgeskader ved kollaps er det nødvendig å sikre disse med støttekonstruksjoner. Løsningene som er planlagt og delvis utført, er oppheng i nye stålkonstruksjoner tilpasset miljøet. Bæring og oppheng i stålbjelker er tidligere benyttet i de fleste deler av fabrikken. Målet er å lage nye konstruksjoner som er så godt tilpasset omgivelsene som mulig når det gjelder plassering, utforming og dimensjonering. Tiltakene vil være reversible, men må samtidig utføres slik at det kan bli stående i lang tid, kanskje permanent. Støttekonstruksjonene vil være nye addisjoner og bør markeres slik at de også om lang tid er lesbare som tiltak utført etter produksjonstiden. Det industrielle miljøet i de aktuelle bygningene er lite sårbart for endringer av denne type. Tiltakene slik de nå er planlagt er dermed i liten konflikt med kulturminneverdiene.

Fjerning av masser og kjemikalier

I 2017 ble det gjennomført en kampanje med fjerning av løse kjemikalier og kjemikalier på tønner og annen emballasje rundt om i fabrikken. Formålet var å redusere faren for forurensning til omgivelsene og et sikrere arbeidsmiljø. Arbeidene ble fotodokumentert og det ble utarbeidet en liste over de kjemikaliene som ble fjernet. Vi står nå overfor nok en runde med sanering av kontaminerte masser, delvis masser som har inngått i produksjonsprosessen. Dette er nødvendig for å redusere påkjenningen på murverk og maskineri, men en del av massene har både dokumentasjonsverdi og opplevelsesverdi knyttet til driften. Klevfos industrimuseum har derfor prioritert masser som søkes bevart på stedet og masser som er interessante, men ikke egnet for bevaring, hvor det skal tas prøver for langsiktig bevaring og magasinering. Bevaring av massene er avgjørende for at ikke dokumentasjon av prosessen som kan være av betydning for fremtidig forskning skal gå tapt. Det er også viktig for formidlingen at man for eksempel kan oppleve svartstoffet i Sodahuset og massene i silkarene.



Ytterveggene i Sodahuset viser puss og pussreparasjoner i flere runder og teglsteinen slik den står når puss er falt av. Selv om ny puss aldri vil bli helt lik de eldre pusstypene og eldes helt slik pussene gjorde i produksjonstiden, vil den bidra til at veggene får et uttrykk som er mye nærmere slik fabrikken sto før forfallet satte inn enn de upussede teglmurene. Det var to grunner til at innerveggene ble pusset. Det ene var bedre holdbarhet, den andre var at det gir bedre arbeidslys.



Pusshistorie fra veggen i Kokeriet.

Offerpuss

En av anbefalingene i DP 1 er å benytte offerpuss på innvendige teglsteinsflater for å forsinke nedbrytningen av murverket. Begrunnelsen er altså primært teknisk. Spørsmålet blir hvordan et slikt tiltak vil påvirke kulturminneverdiene.

En gjennomgang av anlegget viser rester etter puss på så godt som alle innvendige veggflater. Noen steder kan man observere flere generasjoner puss fra kalk- eller KC-mørtler som kan være originale, til helt nye pussflater utført med sement. Bildet er entydig, innvendige vegger har opprinnelig vært pusset. Det har fra starten bidratt til å redusere slitasten på murveggene samtidig som veggflatene er blitt lysere og dermed har de bidratt til arbeidsmiljøet.

Som nevnt er det betydelig variasjon i de historiske pusstypene vi finner rundt omkring i bygningene. Det er nylig foretatt analyser med tynnslip av en del pusstyper (Seir 2021). Analysene viser en del variasjon, men de eldre pusstypene spenner fra rene kalkmørtler, via kalkmørtler med en «neve» sement til ulike KC-mørtler. Fremgangsmåten vil være å bevare eldre puss det er teknisk mulig. Det gjør at vi har referanseflater rundt om i hele fabrikk. Av praktiske grunner vil vi foreslå utprøving av ulike kalkbaserte offerpusser for å velge en standard som kan brukes i hele anlegget. Valg av puss vil først og fremst avhenge av ytelsen som offerpuss. Tykkelsen kan varieres ut fra belastningen på murverket. Generelt er den størst ned mot bakken. Videre bør fargen samsvare så godt som mulig med eldre pussflater i fabrikk.

Resultatet vil altså ikke være gjenskapning av den historiske pussen rom for rom, men etablering av en optimal puss bygget på den historiske praksisen med løpende vedlikehold av pussede innervegger. Vi ser dette som et velbegrunnet valg og uproblematisk utfra et kulturminneperspektiv, all den tid det benyttes en kalkpuss som i stor grad vil være reversibel. Kunnskapsverdier vil ikke gå tapt, mens publikum vil få en mer autentisk opplevelse av fabrikk slik den var i produksjonstiden før forfallet begynte.



Rustbehandling jern

Fabrikkens maskineri består for en stor del av tanker, bassenger, rør og andre installasjoner av jern. Dette er en essensiell del av Klevfos som industrielt kulturminne og bevaring må prioriteres høyt. Ut ifra fotografier ser det ut til at en stor del av jernkonstruksjonene var malt i fabrikktiden. I deler av anlegget er malingen intakt, andre steder er det tydelige rester, mens det for eksempel i Sodahuset nesten ikke er overflatebehandling igjen. Det fuktige miljøet har over tid ført til alvorlige rustangrep; dessuten vil sulfat fra de kjemiske prosessene ha bidratt til akselerasjon. Det haster med å iverksette tiltak for å stoppe rusten. På lengre sikt kan det være aktuelt å male installasjonene slik de sto opprinnelig, men på kort sikt er impregnering med en penetrerende olje et relativt raskt og effektivt tiltak. Det er en metode som ikke er dokumentert på Klevfos, men som er godt utprøvet andre steder og kan utføres uten risiko for følgeskader. Tiltaket vil derfor ikke svekke kulturminneverdiene.

Tilrettelegging for bruk

En annen potensiell konflikt mellom kulturminneverdier og ønskede tiltak følger av anleggets bruk. Tilrettelegging for publikum krever for eksempel sikringstiltak som ikke ville være nødvendig dersom bygningene ikke skulle være allment tilgjengelige. Her er det glidende overganger mellom åpen tilgang for frittgående museumsgjester, via guidede turer langs avgrensede ruter, til at tilkomsten er begrenset til museets stab og forskningsformål.

Mesteparten av lokalene i papirlinja er i god stand og tilgang gir ikke store HMS-utfordringer. Forutsetningen er at de besøkende følger en normal rute på gulvnivå. Anleggets karakter tilsier vel at besøk uansett helst bør gjennomføres som guidede turer. Når det gjelder Sodahuset og Luthuset som er nøklene til å forstå lutgjenvinningsprosessen, er situasjonen mer krevende. Det siste året har det vært adgangsbegrensninger på grunn av at de fremste silkarene har vært ustabile og at gulvet har redusert bæreevne. Dette er planlagt utbedret med en sikringskonstruksjon. Det samme gjelder varpa i Sodahuset. Når disse konstruksjonene er på plass vil det antagelig bare være begrensede tiltak som må gjennomføres før publikum kan gis hel eller delvis tilgang til arealene, vel å merke i

mindre grupper med guide langs en klart avgrenset rute. Uansett hvilke tiltak som gjøres vil begge bygningsdeler ha arealer som ikke kan sikres for publikumstilgang.

Det må vurderes kritisk om Luthus og Sodahus skal oppleves fra avgrensede stasjoner eller om det ligger til rette for en vandrerute gjennom bygningene, enten ledet av guide eller avgrenset av midlertidige ledegjerder. Tatt i betraktning de høye kulturminneverdiene er det en forutsetning at avgrensningen av en eventuell vandrerute gjøres i form av lette og reversible konstruksjoner. En vandrerute som også innbefatter disse bygningene fremstår som realistisk etter at sikkerhetskonstruksjoner er bygget og ytterligere forurensede masser fjernet. Det er imidlertid nødvendig å ta høyde for at bevaringstilstanden i perioder blir så dårlig at publikumsadkomsten igjen må begrenses vesentlig. Alternative formidlingsstrategier med bruk av 3D-modellene kan da bli aktuelle.

Et nytt museumsbygg på Klevfos vil kunne gi store muligheter for formidling av anlegget og utvidede publikumstilbud uten å gjøre inngrep i fabrikkbygningene. Nettopp fordi Klevfos er så godt bevart med alt vesentlige maskineri intakt mangler anlegget store åpne arealer som egner seg for utstillinger og andre arealkrevende aktiviteter. Her vil et utstillings- og servicebygg kunne bidra til både formidling, drift og vedlikehold på en lang bedre måte enn i dag.

Et nybygg innenfor anlegget vil imidlertid også være en potensiell trussel mot kulturminneverdiene, som diskutert ovenfor. Klevfos er et sammensatt kulturmiljø hvor både bygninger, anleggspor og tilknytningen til elva med dam og kanal er av avgjørende betydning. Det må derfor stilles store krav til at et nybygg i størrelse, form og plassering viser respekt for de historiske strukturene. Mulighetene ligger først og fremst i å benytte høydeforskjellene i landskapet, samt den historiske situasjonen med plankestabler og flere store bygg som nå er revet. Disse forholdene reduserer anleggets sårbarhet.

Et nybygg med rett plassering, størrelse og god utforming vil kunne innpasses i kulturmiljøet og avlaste de historiske fabrikkbygningene.

Konklusjoner og anbefalinger

Gjennomgående kan de tiltak som er nødvendig for teknisk bevaring av anlegget gjennomføres uten sterke konflikter med kulturminneverdiene. Alle valg må være gjennomanalyserte så langt som mulig, for å vurdere utilsiktede konsekvenser. Karakteren til bygninger og anlegg gjør imidlertid at de er robuste og både visuelt og teknisk tåler de en del inngrep uten å tape vesentlig kulturminneverdi. Dilemmaet mellom nødvendige inngrep og tap av autentisitet må imidlertid være til stede i alle diskusjoner om valg av løsninger. Samtidig er det viktig å peke på at for bevaringen av et anlegg som Klevfos er det avgjørende at det beste ikke blir det godes fiende. Det er nødvendig å gjøre kostnadseffektive tiltak for å sikre Klevfos fabrikk på en langsiktig måte.

Det er ingen sterk konflikt mellom museumsformålet og bevaring av Klevfos som kulturminne. Snarere tvert imot gjør museumsformålet at presset på annet bruk på tvers av de historiske kvalitetene blir mindre. Funksjonen er basert på anleggets kulturhistoriske egenverdi. Rent praktisk ligger det også til rette for guidede vandring gjennom hele fabrikk når anbefalte sikringstiltak og istandsetting er iverksatt. Et nytt publikumsbygg kan bidra til avlastning av det historiske anlegget, men er også en potensiell trussel for kulturmiljøet. Nybygging stiller store krav til plassering, størrelse og utforming.

Anbefalinger

- Det er avgjørende å velge de mest effektive istandsettingstiltakene som vil kunne ivareta anlegget på lang sikt innenfor akseptable økonomiske rammer.
- Valg av istandsettingsmetoder må vurderes kritisk slik at man ikke velger løsninger som vil svekke kulturminneverdiene unødige på kort og lang sikt.
- Når bygningene er sikret og istandsatt i henhold til anbefalingene vil det ligge til rette for guidet publikumsadkomst gjennom alle de sentrale deler av fabrikk.

Økonomi

Selv om Klevfos først og fremst representerer historiske og kulturelle verdier, er det et avgjørende spørsmål å vurdere de økonomiske konsekvensene av istandsetting og langsiktig bevaring. Klevfos har behov for både investeringer på kort sikt og ressurser til løpende vedlikehold i fremtiden. Et slikt anlegg bevares ikke gjennom skippertak, men må ha en fast vedlikeholdsressurs som sikrer kontinuitet i arbeidet.

Vi har delt ressursbehovet opp i kortsiktige tiltak som å drenere bygningene, fjerne forurensning, sikre konstruksjonene og istandsette murverket. Videre har vi gjort et anslag over den årlige arbeidsinnsatsen vedlikehold vil kreve over tid og til slutt har vi sett på energibehovet det klimatisering av de mest utsatte bygningsdelene.

Utilstrekkelig ressurser vil føre til forfall og tap av kulturminneverdier. Istandsetting er også mer kostbart når forfallet er kommet for langt. Det betyr at både kulturminneverdiene og økonomiske hensyn tilsier jevne bevilgninger på tilstrekkelig høyt nivå.

Delprosjekt 4 oppsummerer en rekke tiltak som bør gjennomføres i løpet av de nærmeste årene for å løfte fabrikkbygget opp på et nivå hvor det kan ivaretas med en jevn årlig vedlikeholds innsats. Klevfosløftet er anslått til 17,4 millioner 2001-kroner eks mva. Det knytter seg stor usikkerhet til prisingen av de enkelte postene så dette tallet må anses som veiledende. Midlene er i hovedsak konsentrert om tiltak som er nødvendige for å ivareta den langsiktige stabiliteten til murverk og installasjoner. I tillegg har vi tatt med en vedlikeholdspost for vindusrestaurering som bør iverksettes som et langsiktig prosjekt med oppstart så snart som mulig.

Forutsetningen for langsiktig bevaring av Klevfos er tilstrekkelige ressurser til løpende vedlikehold. Det viktigste elementet er oppbyggingen av en stab på minimum 5 godt kvalifiserte håndverkere. En slik stab vil utgjøre et verdifullt fagmiljø, men forutsetningen for en slik ressursbruk er at håndverkerne virkelig blir utførende for de viktigste arbeidene på fabrikk. Det utelukker ikke at det vil være behov for innleid arbeidskraft i perioder.

Et klimaanlegg vil ha både økonomiske og miljømessige kostnader. Per i dag er bare Hollenderiet klimatisert. I neste fase vil det være aktuelt å prioritere Sodahuset, Luthuset og Fyrhuset. Investeringen inngår i posten over og det årlige energibehovet er anslått til mellom 65 000 og 130 000 kw/h. Dersom det etableres et minikraftanlegg som er anslått til å kunne produsere 100 000 kw/h kunne det være mulig å avfukte uten et svært negativt klimaregnskap.

Konklusjoner og anbefalinger

Det anbefales å gjennomføre Klevfosløftet i løpet av den kommende 5-årsperioden. Det vil kreve investeringer i størrelsesorden 17,4 millioner 2021-kroner eks mva. I tillegg vil det være nødvendig å bygge opp en fast stab som kan sikre et høyt nivå på årlig vedlikehold. Det vil være behov for minimum 5 årsverk i tillegg til en tilstrekkelig post for materialer og innleid arbeidskraft.

Forvaltningsplan – Anbefaling for prioritering av videre arbeider

Etter fredning av komplekse anlegg lages det gjerne en forvaltningsplan i samarbeid mellom eier og kulturminneforvaltning. Gitt situasjonen for Klevfos i forkant av Kunnskapsprosjektet var det ikke naturlig å inkludere arbeidet med en forvaltningsplan i Fabricas oppdrag. Vi har imidlertid gjort en del observasjoner som i hovedsak er nedfelt i anbefalingene på slutten av de ulike delprosjektene. Dette er tiltak som anbefales prioritert. Slik sett er det råmateriale til en forvaltningsplan. En del tiltak haster, og det er gitt en del klare anbefalinger om høy prioritering. Prioriteringen er imidlertid avhengig av tilstrekkelige bevilgninger og i praksis vil det være nødvendig å arbeide videre med prioriteringsrekkefølgen. Her spiller både viktigheten for bevaringstilstanden, konsekvenser av manglende tiltak og gjensidige avhengigheter mellom ulike tiltak inn.

Pågående tiltak

Tiltak som er påbegynt i løpet av Kunnskapsprosjektet og som må videreføres er:

- Saltnedbrytningsforsøkene
- Utprøving og påføring offerpuss
- Sanering forurensede masser
- Sikringstiltak varpe i Sodahus
- Rutiner for overvåking av stabilitet vegger, skorsteiner, maskineri etc.

Klevfosløftet

En rekke sikrings- og istandsettingstiltak inngår i *Klevfosløftet* og bør gjennomføres innen 5 år.

- Drenering – *Vannets veier*
- Etablering av offerpuss på alle innvendige murflater som har vært pusset
- Murverksreparasjoner – utskifting av tegl og fuger
- Klimatisering av Sodahus, Luthus og Fyrhus
- *Jern og metall* – rustbehandling
- Brannsikring, deteksjon og slukking

Nye prioriteringer i 5-årsperspektiv

I tillegg vil vi anbefale en del tiltak som bør gjennomføres så raskt det er praktisk og økonomisk mulig og helst innen 5 år.

- Fagseminar med utgangspunkt i fredningen 2022
- Grønn vekst /kortreist energi fra egen foss
- Dokumentasjon og formidling av anleggets miljøhistorie
- Dokumentasjon av prosesshistorien og formidling i BIM-modellen
- El.kontroll og program for fornying av el anlegg
- Vindusrestaurering – program for kontinuerlig vedlikehold og istandsetting av jernvinduene
- Utbedring av sodahustakets bæring

Kilder og litteratur

Celluloseproduksjon og gjenvinning av kokelut

Det finnes en lang rekke verk om eldre celluloseproduksjon. Mange av dem finnes i det rikholdige biblioteket til Anno Klevfos. Men det sentrale enkeltverket vi har benyttet for å forstå produksjonen i en gammeldags fabrikk som Klevfos, ikke minst hvordan gjenvinningsanlegget fungerte, er:

- Mathiesens, E. 1954. *Sulfatcellulose og Kraftpapir*, Fredrikstad
<https://www.nb.no/nbsok/nb/b3a58df2101e76c029553de2095fdab6?index=1#0>

For å forstå hvordan de generelle produksjonsskrittene er tilpasset på Klevfos, har

- Skjoldhammer, U. 1987. Utskrift av intervju med Sigurd Tomter, Anno Klevfos

vært til uvurderlig hjelp. Tomter arbeidet i fabrikken fra 1924 og kjente den i stor detalj. Han har fått sin egen biografi:

- Møller, A., 1983. *Sigurd fra Klevfos*, Tiden norsk forlag.
<https://www.nb.no/nbsok/nb/fb0e48b3c07a2a37409c931a7bf22bdf?index=1#0>

I tillegg har temaheftet

- Klevfos industrimuseum, 1986. *Klevfos Cell- & Papirfabrikk 1888-1976*, Ådalsbruk

gitt en god innføring i hvordan produksjonen foregikk på Klevfos. Flere nettbaserte oppslagsverk har vært viktige for å forstå bl.a. kjemiske detaljer i gjenvinning av kokelut og hvordan kjemikaliene reagerer i lufta. Vi har benytte bl.a. Wikipedia, SNL og PubChem.

Klevfos sett i kontekst med alle landets masse- og papirfabrikker de siste 150 år kan en få i

- Fageraas, K. B, Bækkekund, Nilsson, C. og Bagle E., 2006. *Masse Papir. Norske papir- og massefabrikker gjennom 150 år*, Særpublikasjon nr. 16, Norsk Skogmuseum

Mer om papirindustrien med spesiell vekt på perioden fra toppen på tidlig 1950-tall til utgangen av 70-tallet.

- Moen, E. 1998. *The decline of the pulp and paper industry in Norway, 1950-1980: a study of a closed system in an open economy*. Acta Humaniora. UiO.

Mer om Klevfos plass i industrimiljøet på Ådalsbruk finnes i

- Krogsrud, Å. 2003. *Aadals brug: 1842-1928*. Norske sivilingeniørers forening. Oslo.

Fabrikkens bygnings- og restaureringshistorie

En enkel oversikt over fabrikkens bygningshistorie finnes i temaheftet fra 1986 (over) og på nettsiden til museet:

- <https://klevfos.no>

Historier om fabrikken og ikke minst oversikt over årlig istandsettingsarbeid finnes i:

- *Klev*. Årsskrift utgitt av Stiftelsen Klevfos (1983-1998)

Dette er en uvurderlig kilde til arbeidet med å restaurere fabrikken i perioden etter at driften opphørte i 1976. En del av disse finnes også i Riksantikvarens arkiv.

Den store murverksrestaureringen i perioden 212-13 er rapportert i:

- Tosterud, H., 2013. Levende mur II. Anno Klevfos.

Tilstandsvurderinger og senere istandsettingsarbeid

I de siste 20 årene har det foregått mange utrednings- og praktiske istandsettingsarbeider. Den viktigste fra perspektivet omkring saltforvitring er:

- Hjarnø, M. W., Teien, I. K. og Gunnestad, J., 2019. Notat om fabrikkbygningens tilstand. Rapport, Anno Klevfos Industrimuseum

Rapporten er den første som seriøst tar opp saltforvitring som det sentrale problemet i fabrikk, som bestemmer de viktigste saltene (natriumsulfater og natriumkarbonater) og viser til mulige løsninger, bl.a. saltkonvertering. Analyser og konverteringsforsøk ble utført i samråd med bl.a. Mycoteam, NIKU og SINTEF:

- Austigard, M. S., 2019. Klevfos industrimuseum - kjemisk forvitring av teglstein. Rapport, Mycoteam as
- Engelsen, C. J. og Justnes, H., 2019. Vurdering av metode for «saltkonvertering» i murverk ved Klevfos industrimuseum. Rapport 2019:01385 – Fortrolig, SINTEF Community Anlegg og Samferdsel
- Haugen, A., 2019. Klevfos industrimuseum: Vurdering av metode for «saltkonvertering» i murverk på Klevfos industrimuseum. NIKU Oppdragsrapport 132/2019

Flere andre ledende rådgivningsmiljøer har også vært involvert i tilstandsundersøkelser de siste årene, bl.a.

- Multiconsult, 1998. Vedlikeholdsplan for Klevfos papir & cellulosefabrikk
- Sivilingeniør Finn Madsø AS, 2010. Klevfos industrimuseum – Tilstandsvurdering av teglbygg
- Asplan Viak AS (Trondheim), 2014. Klevfos Industrimuseum – tilstandsanalyse.

Analyser av murmørtel, spekkemørtel og eldre pussmørtler på Klevfos er nylig utført av:

- Seir Materialanalyse, 2021. Klevfos Industrimuseum, Puds- og mørtelprøver med farvelag. Tyndslipsanalyse. Rapport nr. R210907

Forurenset grunn

To kartlegninger med analyser av masser og vann finnes i

- Sweco 15.12.2020: *Rapport Vurdering av forurensningssituasjon av løsmasser og vann og oppsummering av fjernet kjemikalier ved Klevfos industrimuseum.* Hamar.
- Golder 28.05.2021: *Klevfos industrimuseum. Beskrivelse av forurensning i masser.* Oslo.

Saltforvitring generelt

En av de viktigste viktigste og mest innflytelsesrike enkeltpublikasjonen om saltforvitring generelt er:

- Arnold, A. og Zehnder, K., 1991. Monitoring Wall Paintings Affected by soluble Salts. In: Cather, S. (ed.): *The Conservation of Wall Paintings: Proceedings of a symposium organized by the Courtauld Institute of Art and the Getty Conservation Institute*, London, July 13-16, The Getty Conservation Institute, 103-136.

https://www.researchgate.net/publication/285316037_Monitoring_wall_paintings_affected_by_soluble_salts

Publikasjonen er ikke bare relevant for veggmalier (*wall paintings*), men for saltforvitring i sin alminnelighet.

Den viktigste nettressursen som behandler alle deler av saltforvitring og bevaring av historiske bygninger og objekter påvirket av salt er:

- <https://www.saltwiki.net>

Her finnes beskrivelser og referanser til en lang rekke temaer, alt fra fundamentale kjemisk-fysiske-biologiske aspekter til praktiske hensyn ved bevaring.

Moderne forståelse av forvitring av stein (og tegl o.a.), bl.a. saltforvitring, med detaljforståelse av natriumsulfat-salter, er oversiktlig behandlet i:

- Doehne, E. og Price, C., 2010. *Stone Conservation. An Overview of Current Research*. 2nd ed. Getty Conservation Institute, Los Angeles.
http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/stoneconservation.pdf

Her finnes også de fleste mulige bevaringsmetoder behandlet. En svært viktig publikasjon om natriumsulfat-salter, også for Klevfos er:

- Charola, A. E. og Weber, J., 1992. The hydration-dehydration mechanism of sodium sulphate. *7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, Lisbon Portugal, 15-18 June 1992, Proceedings, 2, 581-590.

Praktisk bruk av faseagrammer for natriumsulfater er behandlet i:

- Bionda, D., 2004. Methodology for the preventive conservation of sensitive monuments: microclimate and salt activity in a church. In: Kwiatkowski, D. & Löfvendahl, R. (eds.): *Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, ICOMOS Sweden*, Stockholm, June 27 - July 2, 627-634.
https://www.researchgate.net/publication/265718013_Methodology_for_the_preventive_conservation_of_sensitive_monuments_microclimate_and_salt_activity_in_a_church

Et stort forskningsprosjekt utført for mer enn 20 år siden omhandlet de enorme saltproblemene på festningsanlegget Suomenlinna utenfor Helsinki. Arbeidet, av høy relevans til Klevfos, er rapportert her:

- von Konow, T. (red.) 2002. *The Study of Salt Deterioration Mechanisms. Decay of Brick Walls Influenced by Interior Climate Changes. European Heritage Laboratories – Raphaël 1999*. Helsingfors: The Governing Body of Suomenlinna

De større perspektivene omkring saltforvitring, risikovurderinger osv. er behandlet i

- Goudie, A. og Viles, H. A., 1997. *Salt weathering hazards*. Wiley

Saltforvitring har sjelden vært dypere vitenskapelig behandlet i Norge. Tre langvarige arbeider som følger internasjonal litteratur og analysemetoder er:

- Storemyr, P., 1997. *The Stones of Nidaros: An Applied Weathering Study of Europe's Northernmost Medieval Cathedral*. Doktoravhandling, NTNU, Trondheim.

https://perstoremyr.files.wordpress.com/2010/07/1997_storemyr_the_stones_of_nidaros.pdf

- Storemyr, P. 2002. The Regalia Room Mural Paintings Conservation Preoject, Trondheim, Norway: Conservation Measures and Monitoring of Salt Weathering 2001-2002. *Report No. 2002.051*, Expert-Center for Conservation of Monuments and Sites, Zürich.
https://perstoremyr.files.wordpress.com/2010/07/2002_051_regaliaroom_150dpi.pdf
- Storemyr, P., 2020. En studie i saltforvitring når klimaet forandrer seg: Albanustårnet på Selja kloster 2016-2020. Rapport, for Stad kommune/Riksantikvaren, Fabrica kulturminnetjenester as, Oslo, 93 s.
https://perstoremyr.files.wordpress.com/2020/05/2020_no_selja_forvitring-overvc3a5kning-2016-2020.pdf