



EKSPERTER I TEAM

LANDSBY: GODE IDRETTSANLEGG

Snølagring

*Mari G. Aspnes, Didrik Fjeld Elset, Lars Huso,
Fredrik Schwencke, Morten Særen*

supervised by
BERNHARD HAVER VAGLE

3. mai 2018

Forord

Denne prosjektrapporten er skrevet som en del av faget Ekspertes i Team(EiT) ved NTNU våren 2018. EiT er et tverrfaglig samarbeid hvor studenter fra forskjellige fagretninger jobber sammen i grupper for å løse et konkret prosjekt. Faget er obligatorisk, og skal øke samarbeidskompetansen og bidra til å øke evnen til å jobbe tverrfaglig som en forberedelse til det kommende arbeidslivet.

Denne rapporten er skrevet ved landsbyen ”Gode idrettsanlegg” og gruppen består av studenter fra bygg- og miljøteknikk, produktutvikling og produksjon, energi og miljø og materialteknologi.

Gruppen ønsker å takke veileder Bernhard Haver Vagle, landsbyleder og læringsassistenter for god hjelp under prosjektperioden. Vi ønsker også å takke eksterne personer fra Trondheim Bydrift og andre skisteder for tilgang til informasjon om snølagring, regnskap og prosedyrer.

Trondheim, mai 2018

Sammendrag

Etterspørselen etter skiløyper tidlig på vintersesongen har økt fokuset på hvordan man mest effektivt og billigst kan lagre snø over sommerhalvåret. Fokuset i denne oppgaven ligger på hvilken type tildekkingsmateriale som egner seg best, hvor mye snø man må produsere for å bruke de forskjellige materialene og enkle estimater på hvor mye hver enkelt av disse metodene vil koste for Granåsen skisenter.

Granåsen har de siste årene lagret snø med sagflis som tildekkingsmateriale. Sagflis har god evne til å holde på vann som kommer av at den tar opp vann kapillært i hulrommene mellom trefiberpartiklene. Denne egenskapen gjør at fuktig sagflis vil virke kjølede for snøen på grunn av fordamping av vann på overflaten av sagflisen som fører til lav smeltrate av den tildekte snøen. Den bløte sagflisen brukes kun én sesong, og det fører til store årlige utgifter for kommunen [Ødegård, 2013]. Det er derfor ønskelig å benytte seg av tekstilduk som tildekkingsmateriale da denne kan brukes flere år på rad, samtidig som det er antatt at prosessen med tildekking og lagring er billigere enn ved bruk av sagflis. Tekstilduken som er brukt ved andre skisteder (Sjusjøen, Geilo etc.) er laget av en type geotekstil som reduserer smelteenergien til snøen ved å reflektere kortbølget stråling. Tekstilduken er sensitiv for vind og lufttemperatur [Olefs, 2010].

Dersom man ser på forholdet mellom tekstilduk og sagflis må det produseres mer snø ved bruk av tekstilduk. Dette fordi snøen da vil ha en høyere smeltrate sammenlignet med snø lagret under sagflis.

Den økonomiske fordelene ved bruk av tekstilduk istedenfor sagflis kommer først og fremst av en betraktelig reduksjon i antall timer det tar å dekke til snøen på våren og klargjøre snøhaugen til utkjøring på høsten. Tekstilduken koster omtrent dobbelt så mye som sagflis ved innkjøp, men som nevnt kan tekstilduken benyttes i flere år som gjør at forskjellen i innkjøpspris blir gjort opp for. En annen utgift som vil endres ved en overgang fra sagflis til duk er produksjonsmengde av snø, både når det gjelder antall arbeidstimer og kostnader knyttet til energiforbruk.

Denne rapporten konkluderes det med en smeltrate på 0.5 \%/dag er det behov for å produsere 30675 m^2 dersom man skal sitte igjen med lik mengde snø som ved 20000 m^3 lagret med sagflis. Ettersom antall kuldedøgn i en vintersesong varierer mye fra år til år, vil spørsmålet ligge i om Granåsen har kapasitet til å produsere nok snø for bruk av tekstilduk.

Abstract

In recent years the demand for ski trails during the early part of the ski season has increased. This has led to an increased focus on how to develop inexpensive and efficient methods on how to store snow through the summer season. The scope of this thesis is to compare wood chips and textile as covering materials by looking into production capacity and economy.

The last two years wood chips have been used as cover material. The material properties of wood chips are favorable due to its ability to store capillary water between the wooden particles. This leads to a cooling effect on the snow when the water evaporates. Overall, this leads to slow melting of the snowpack. After being used one season the wood chips are moist and unsuitable for further use. Hence the use of wood chips leads to a considerable cost for the city of Trondheim [Ødegård, 2013]. Therefore, there is a desire to use textiles as cover material. Textiles can be used for several years and is assumed to be more time and cost efficient than wood chips. Textiles which have been used on several ski destinations (Sjusjøen, Geilo, etc.), is made from a geotextile, which reflects short wave radiation but is sensitive to wind and air temperatures [Olefs, 2010].

When using textiles there is a need to produce a higher amount of snow, as the melting rate of the snowpack is higher than for wood chips.

The economical benefits of using textiles compared to wood chips are primarily related to reduction of time used to cover and uncover the snowpack. The cost of textiles is approximately twice the cost of wood chips. However, when using textile for several years, the annual price of the cover material is within the same price range. The cost of snow production will by changing from wood chips to textiles change in terms of energy cost and working hours.

The thesis concludes that by using textiles as cover material with a daily reduction of the snow volume of 0,5 % there has to be produced $30675 m^3$ in order to have the same amount of snow during uncovering as by using wood chips and producing $20000 m^3$. This raises the question whether or not Granåsen can produce such amounts during the winter.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	II
Abstract	III
1 Introduksjon	1
1.1 Begrensninger	1
1.2 Oppgavestruktur	1
1.3 Problemstilling	1
2 Snølagring	2
2.1 Snøproduksjon og klima	2
2.2 Kunstsno vs. natursno	2
2.3 Tekstilduk	3
2.4 Sagflis	4
3 Granåsen	6
3.1 Snølagring i Granåsen	6
3.2 Økonomi	6
3.3 Miljø	6
4 Case	8
4.1 Datainnsamling	8
4.2 Fremgangsmåte snøproduksjon	8
4.3 Fremgangsmåte påkrevd produksjonsmengde	9
4.4 Fremgangsmåte økonomi	9
5 Resultater og diskusjon	12
5.1 Snøproduksjon i tidsperioden 2007-2016	12
5.2 Påkrevd produksjonsmengde	13
5.3 Produksjonsbehov ved bruk av sagflis	13
5.4 Produksjonsbehov ved bruk av tekstilduk	14
5.5 Sagflis vs. tekstilduk	14
5.6 Økonomi	15
6 Konklusjon	18
7 Videre arbeid	19

8	Vedlegg	21
8.1	Produksjonsbehov ved bruk av duk	21
8.2	Produksjonspotensial	21
8.3	Høst 2017	22
8.4	Vår 2017	23

Figurer

1	WET-bulb temperatur som viser ved hvilke temperaturer og hvilken luftfuktighet som fører til god snøkvalitet [SNOWatHOME.com, 2018].	2
2	Produksjonspotensial gitt i m^3 som funksjon av antall dager hvor man kan produsere snø (under $-5^\circ C$) i tidsperioden 2007-2016.	12
3	Beregninger for produksjonsbehov ved bruk av duk for forskjellige smeltemperaturer basert på produksjonstall fra 2017 og 2017	21
4	Produksjonspotensial i tidsperioden 2007-2016	21

1 Introduksjon

Med en skisesong som starter allerede i slutten av november stilles det strenge krav til gode skiforhold allerede fra i midten av november, mens den globale oppvarmingen sørger for en stadig kortere vinter. For å kunne sikre gode skiforhold tidlig i sesongen har Trondheim kommune vedtatt at det skal lagres snø over sommeren

De siste årene har Granåsen benyttet seg av sagflis som tildekkingsmateriale for snølageret, noe som byr på både økonomiske-, miljø- og logistikkmessige utfordringer.

1.1 Begrensninger

Det vil bli gjort en del forenklinger og antakelser i oppgaven for å gjøre utregningene og estimatene mer overkommelige å bruke. Det vil bli adressert når det er tilfellet og usikkerheten rundt forenklingene vil bli tatt med i vurderingen av resultatene.

1.2 Oppgavestruktur

Etter introduksjonen følger det en teoridel der aspekter ved snølagring, generelt og spesifikt for Granåsen, blir tatt for seg. Det neste kapittelet beskriver metodene som er brukt for å komme frem til resultatene. Resultater og en diskusjon rundt disse vil bli beskrevet i et eget kapittel før oppgaven avsluttes med en konklusjon. Brukte data og øvrig tilleggsinformasjon er gitt i vedlegg.

1.3 Problemstilling

Målet med denne oppgaven er å komme med beskrivelse av hva som, i teorien, skal til for å benytte seg av tekstilduk som tildekkingsmateriale fremfor sagflis og en sammenligning av kostnadene knyttet til de ulike tildekkingsmaterialene.

2 Snølagring

Lagring av snø over sommeren for å sikre snø tidlig på vinteren har hatt en økende interesse de siste årene. Dette gjøres ved å produsere kunstsne gjennom vinteren og å samle opp snø på våren som blir dekt til av sagflis eller ved bruk av en tekstilduk for lagring frem til høsten. På høsten blir den lagrede snøen tatt i bruk til å lage skiløyper. Snølageret blir også brukt i forbindelse med større arrangementer for å sikre tilgangen til snø.

2.1 Snøproduksjon og klima

Snøproduksjon avhenger av faktorer som temperatur og luftfuktighet, og kan finne sted ved temperaturer lavere enn -5°C (WET-bulb temperatur). Figur 1 viser hvordan snøkvaliteten endrer seg med temperatur og luftfuktighet, og hvordan dette påvirker snøkvaliteten. Dersom det er høy luftfuktighet må temperaturen være lavere for å kunne produsere god kvalitet på snøen. Ved en gjennomsnittlig luftfuktighet (60%) kan snøproduksjon foregå ved $-3/4^{\circ}\text{C}$ [Steiger, 2008].

Temp C	Good Snow Quality					Poor Snow Quality					No Snowmaking									
	Humidity	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
-9	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9
-8	-12	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-8
-7	-10	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-7	-7
-6	-10	-9	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6
-5	-9	-9	-8	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5
-4	-8	-8	-8	-8	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4
-3	-7	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3
-2	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2
-1	-6	-6	-5	-5	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1
0	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0
1	-5	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	1
2	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	2	2	2	2
3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3
4	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4

Figur 1: WET-bulb temperatur som viser ved hvilke temperaturer og hvilken luftfuktighet som fører til god snøkvalitet [SNOWatHOME.com, 2018].

2.2 Kunstsne vs. natursne

Strukturen på snøkrystallene til kunstsne og natursne er forskjellige både når det gjelder struktur og egenskaper. Mens natursnekorner danner sekskantede krystaller fryser kunstsne inn mot midten og danner runde kuler.

Kunstsno er mer ønskelig i snølageret på grunn av gode egenskaper sammenlignet med natursnoen. Tettheten til kunstsno er fire ganger så høy som for natursno, som gjør den mer slitesterk mot ytre påvirkninger som vind og regn. Følgelig er den prosentmessige volumendringen som følge av smelting lavere for kunstsno enn for natursno. Disse egenskapene gjør også kunstsnoen til en bedre egnet såle enn natursnoen [Vagle, 2017].

2.3 Tekstilduk

Tekstilduk er brukt flere steder som tildekkingsmateriale for lagring av snø. Tekstilduken blir lagt på når snøhaugen er ved ønsket størrelse på slutten av vinteren, hvor den ligger på frem til snøen skal distribueres. Tekstilduken lagres innendørs mellom bruksperiodene og kan brukes opp til fire sesonger på rad. Tekstilduken påvirker energibalansen i snøen direkte ved påføring. Dette skjer ved at tekstilduken har strålingsegenskaper, termiske egenskaper, permeabilitet, strekkfasthet, overflateruhet og tykkelse, som reduserer smelteenergien til snøen. [Olefs, 2008].

Termisk konduktivitet er utvekslingen av varme mellom snøoverflaten og atmosfæren. For en tekstilduk laget av polypropylene-fiber ligger denne verdien mellom 0,001 og $2.2 \frac{W}{mK}$, og varmekapasiteten ligger i området $1000-4344 \frac{J}{Km^3}$ [Olefs, 2010].

Permeabilitet er materialavhengig, og dersom materialet er helt gjennomtrengelig vil smelteenergien øke. Dersom materialet er helt isolerende vil varme samles opp på undersiden av tekstilduken. Geotekstiler er semipermeable og er derfor godt egnet til snølagring.

Strekkfasthet er også materialavhengig, og er viktig å ta hensyn til med tanke på materialets evne til å motstå ytre påkjenninger som for eksempel vind. De fleste geotekstiler har høy strekkfasthet.

Overflateruhet vil påvirke skjærstyrken mellom duk og snøoverflaten.

Tykkelsen på duken er definert som materialmasse pr areal, og påvirker både strålingsegenskaper og termiske egenskaper [Olefs, 2008].

En type geotekstil som består av UV-stabiliserende polypropylene-fiber med høy strekkfasthet, god evne til å reflektere kortbølget stråling og med en tykkelse på 4.5 mm (et lag med duk) vil redusere snøsmeltingen med ca. 60%. Geotekstilen er sensitiv for lufttemperatur og vindhastighet (ved øken-

de vindhastighet vil fordampningshastigheten av snøen under tekstilduken øke), og den er mindre sensitiv for stråling. Fordampningshastigheten av snø under tekstilduken vil også være påvirket om det er kontakt mellom tekstilduk, snø og vann. Ved å doble tykkelsen på tekstilduken som gjøres ved å bruke flere lag vil tekstilduken redusere smeltingen med 2 til 4%. Det vil alltid befinne seg isolerende luft mellom de to lagene med tekstilduk og snø. Denne luften står for 29% av materialets bevaringsevne, materialets albedoeffekt er ansvarlig for 47%, fordampning av væske står for 10% og isoleringseffekten står for 14% av bevaringseffekten [Olefs, 2010].

2.4 Sagflis

Sagflis har god evne til å holde på vann, og denne evnen kalles Water Holding Capacity (WHC). WHC gir maksimal evne til å holde på vann og er beskrevet av forholdet mellom vekt av vann og tørrvekt av materiale og er vist i ligning 1. WHC er avhengig av nedbør da verdien øker med økende nedbørsmengde. Sagflis har en evne til å ta opp vann kapillært i hulrommene mellom trefiberpartiklene. Diffusjonsprosessen vil være avhengig av tresort og det antas at denne prosessen er langvarig da en stor andel av vannet vil diffundere inn i hulrommene. Opptaket av vann i sagflisen påvirker energiutvekslingen mellom luft og flis. Tettheten til sagflis avhenger av type treslag og kompaktifisering. Det er også store variasjoner i tettheten innenfor samme type treslag, det kommer av faktorer som avstand til rot og vekstvilkår.

$$WHC = \frac{M_{wet} - M_{dry}}{M_{dry}} \quad (1)$$

For eksempel har et 40 cm lag med sagflis med vanninnhold lik 8 prosent en kapasitet til å absorbere 150 mm vann.

Sagflis har lav termisk konduktivitet. Varmeledningsevnen er avhengig av tre faktorer: tresort, kornstørrelsen på type flis og vanninnholdet. Varmeledningsevnen vil øke med økende vanninnhold. For tørr sagflis er varmeledningsevnen lik 0.03-0.05 $\frac{W}{mK}$, for vann er varmeledningsevnen lik 0.58 $\frac{W}{mK}$.

Undersøkelser utført av Ødegård [2013] viser at varmeledningsevnen er høyest på grunn av økende vanninnhold i flisen, dette fører til størst smelting av snø i september. Analysen viser at fuktig flis i nærheten av overflaten vil virke avkjølende på grunn av fordampning av vann. Samtidig som et økende vanninnhold i flisen over sommeren vil øke smeltingen på grunn av den økende termiske konduktiviteten. Den termiske konduktiviteten økte fra 0.25 $\frac{W}{mK}$ til

0.5 $\frac{W}{mK}$ løpet av sommeren.

Grov og fin sagflis har forskjellig evne til å reflektere og absorbere stråling. Denne forskjellen skyldes albedoeffekten, forholdet mellom innkommende og reflektert elektromagnetisk stråling. Fin sagflis vil være lysere enn resirkulert flis, og en høyere andel av strålingen vil reflekteres i den lyse overflaten. Grov flis har høyere termisk konduktivitet enn lys sagflis.

Ved å bruke energiligning vist i likning 2 kan smeltingen av snø under flislaget beregnes, forutsatt at tettheten i snøen er kjent.

$$Q_{rad} + Q_h + Q_{le} + \frac{\Delta S}{\Delta t} = -Q_s \quad (2)$$

Der $\frac{\Delta S}{\Delta t}$ er endringen i varmelaget i flislaget pr. tidsenhet. Dette varmelageret virker som et bufferlag mellom snøen og atmosfæren, og dersom det tilføres mer energi enn hva som brukes til snøsmelting vil temperaturen i sagflisa øke. Q_s er varme til smelting av snø, Q_{rad} er energi i overflaten av flislaget, Q_h er følbare varme og Q_{le} er latent varme [Ødegård, 2013].

3 Granåsen

I 2015 ble det fattet vedtak i kommunestyret om at det skulle lagres snø i Granåsen [Rådmannen, 2015]. Bakgrunnen for dette var flere vintre på rad med lite snøfall og liten mulighet for å produsere snø grunnet høye temperaturer. Vedtaket gikk ut på at kommunen skulle finansiere og drifte arbeidet med snølagring. Budsjetttrammen for vedtaket var til å begynne med 600 000 kr [Rådmannen, 2015].

3.1 Snølagring i Granåsen

Lagringen foregår på parkeringsplassen nedenfor skianlegget, der underlaget består av grus og det tar utgangspunkt i at den lagrede snøen produseres på området for lagring, men i sesongen 2016-2017 med for få kuldedøgn ble det høstet snø fra løypene. Når ønsket mengde snø er oppnådd, eller det ikke lenger lar seg gjøre å produsere mer snø for sesongen planeres og justeres snøhaugen ved hjelp av gravemaskin og dekkes til med sagflis. Sagflisen transporteres fra produsent til Granåsen med lastebiler, og gravemaskin benyttes for å fordele flisen. Tilsvarende når snøen avdekkes benyttes gravemaskin før den fordeles til løypene ved bruk av flere typer maskiner. I 2017 startet arbeidet med avdekking og utkjøring 06.11.2017 og var fullført elleve dager senere [bydrift, 2017]. I 2017 ble flisen lagret i anlegget, men dette er ikke en bærekraftig løsning og dermed ikke ønskelig.

3.2 Økonomi

Over årene har omfanget av lagring og kostnadene knyttet til dette økt betydelig. For sesongen 2017/2018, der det ble lagret $16\,750\text{ m}^3$ snø [Vagle, 2017], er kostnadene beregnet til 1 668 126 kroner. Dette inkluderer ikke utgifter til strømforbruk, samt bortkjøring og deponering av flis. Det anslås i budsjett-dokumentet at deponering vil koste omtrent 1 000 000 kroner for sesongen 2017/2018. Det er heller ikke definert i budsjettet hvor mye av maskinutgiftene som går med til avdekking av flis. Utgifter til tildekkingsmaterialer er dermed en betydelig post på regnskapet for snølagring.

3.3 Miljø

I tillegg til de finansielle utgiftene til flis er det også flere miljømessige utfordringer knyttet til bruk av flis. I 2017 ble flisen kjøpt og hentet i Selbu. Med et behov på $2\,300\text{ m}^3$ [Vagle, 2017] og containerbiler med lastvolum på $80\text{-}100\text{ m}^3$ gir det minimum 23 utkjøringer.

I tillegg er det en stor utfordring å få deponert og frakte bort den benyttede flisen da den har liten bruksverdi etter bruk. Behovet for transport før og etter bruk har også et betydelig klimagassutslipp som også er problematisk ved dagens løsning.

4 Case

For å kunne svare på problemstillingen ble det utført en innsamling av nødvendige data gjennom litteratursøk og dokumenter utgitt fra veileder. Ut fra disse dataene ble det utført beregninger basert på antagelser som blir beskrevet senere i dette kapittelet.

4.1 Datainnsamling

Data brukt i denne oppgaven stammer i stor grad fra dokumenter utgitt av veileder Bernhard H. Vagle, byggeteknisk institutt, NTNU. Disse dataene bestod i stor grad av data fra Granåsen, men også fra lokasjoner rundt om Norge og i Europa der det har blitt lagret snø. I tillegg til dataene fra Bernhard har Heidi Arnesen fra Trondheim Bydrift bidratt med en oversikt over kostnader knyttet til snølageret og en liste over bruk av maskiner for innkjøring og utkjøring av snø.

Gjennom møtevirksomhet og dialog med både Bernhard og Heidi ble dataene sortert og hva som kunne brukes i oppgaven ble bestemt. En viktig del av denne oppgaven er nettopp det å avgjøre hva man skal inkludere i oppgaven og hva som kan estimeres eller neglisjeres.

4.2 Fremgangsmåte snøproduksjon

Datainnsamling for produksjonspotensial i Granåsen i tidsperioden 2007-2016 ble benyttet. Disse dataene inneholdt værdata og produksjonspotensial for snøkanoner i alle sesongene i denne tidsperioden. Værdataene ble delt inn i tre kategorier basert på grader: $-2^{\circ}C$, $-5^{\circ}C$ og $-7^{\circ}C$. Det ble videre bestemt å se på dataene for $-5^{\circ}C$, dette fordi denne temperaturen var mest hensiktsmessig for produksjon av snø i Granåsen. Videre ble det valg tre scenariorer: Det året med lavest antall dager under $-5^{\circ}C$, det året med høyest antall dager under $-5^{\circ}C$ og gjennomsnittet av hele tidsperioden. Ut fra disse kravene ble 2008 valgt som det dårligste året og 2010 som det beste året.

Det ble bestemt å bruke $20\,000\ m^3$ som ønsket produsert snømengde ved bruk av sagflis som tildekkingsmateriale. For å kunne beregne antall snøkanoner som trengs for å produsere $20\,000\ m^3$ for de tre ulike scenarioene ble data som ga informasjon om hvor mye en snøkanon kan produsere brukt. Tall brukt i utregning av dette er beskrevet i 8.2

For å beregne hvor mye snø som måtte produseres for å sitte igjen med

lik mengde snø under avdekning, som ved bruk av sagflis ble smelterater estimert ut ifra data gitt fra Sjusjøen og Geilo. Det ble forutsatt at det var ønskelig å ha 15 000 m^3 snø ved avdekning. Dette ville tilsvare mengden som gjenstod ved avdekning dersom en brukte flis som tildekkingsmateriale og det ble produsert 20 000 m^3 . Ved å variere smelteratene har det blitt beregnet nødvendig snømengde som må lagres, ettersom det antas at dette vil være steds- og klimabetinget.

4.3 Fremgangsmåte påkrevd produksjonsmengde

I løpet av de siste årene har det vært ønskelig å lagre en snømengde på rundt 20 000 m^3 . Ettersom dette ikke har vært mulig å produsere disse mengdene har en andel av den lagrede snøen har derfor vært høstet fra løypene. Dette har gitt en mengde på av 13 557 m^3 ved avdekning, som videre gir en løype på 3.3 km. Utfra den daglige avsmeltingen har det blitt beregnet hvor mye snø som vil være igjen ved avdekning dersom målet på 20 000 m^3 ble nådd, som gir 14 968 m^3 . Det har derfor blitt valgt å ta utgangspunkt i at det er ønskelig å produsere en slik mengde, at det gjenstår 15 000 m^3 ved avdekning.

Videre har tall for daglig avsmelting for snølagring med tekstilduk ved Geilo og Sjusjøen blitt brukt for å finne hensiktsmessige anslag for daglig avsmelting i Granåsen, i tillegg til et scenario der avsmeltingen er enda høyere, da det antas at klimaet i Granåsen vil gi noe høyere avsmelting enn det som er tilfelle på Geilo og på Sjusjøen. Videre er det også antatt at snøhaugen blir dekket til 20.04 hvert år og avdekkes 15.11. Som gir en total lagringsperiode på 209 dager.

4.4 Fremgangsmåte økonomi

Timeantall og hva slags maskiner som har blitt brukt i forbindelse med snølageret ble utgitt av Trondheim Bydrift ved Roar Klette. Disse dataene sammen med en oversikt over regnskapet knyttet til snølageret, gitt av Trondheim Bydrift ved Heidi Arnesen, ble brukt for lage 8.3 og 8.4. Det er tatt utgangspunkt i disse vedleggene når maskinkostnadene fordelt på de ulike aktørene (Trondheim Bydrift, Søbstad og OTTS) har blitt estimert. Tallene blir gitt i $\frac{NOK}{h}$, og på grunnlag av dette ble det utført antakelser som f.eks at det ville være rimeligere å leie en maskin for to hele dager enn en maskin fire halve dager. Det ble ikke gjort forskjell på forskjellige typer

maskiner fra de aktuelle aktørene. Det ble antatt at en gravemaskin og en hjullaster fra Søbstad kostet det samme å leie. Det ble lagd to separate estimater for vår og høst 2017 som er lagt sammen for å finne total kostnaden. I regnskapet fra Trondheim Bydrift var det oppgitt total kostnadene betalt til Søbstad, Trondheim Bydrift og OTTS. Disse kostnadene ble delt på antall timer maskinene fra de respektive aktørene var i bruk og på den måten er timeskostnadene beregnet.

For å estimere kostnadene knyttet til det å dekke til og fjerne flisen har timene, hvilke maskiner som er brukt, og prisen på disse blitt hentet fra 8.3 og 8.4. Antall timer brukt utelukkende på flis er så ganget med timesprisen til de respektive aktørene og på den måten ble det kommet frem til et pris-estimat.

For å estimere tidsbruken og utstyret som ville kreves ved bruk av tekstilduk fremfor sagflis er det tatt utgangspunkt i hva som er blitt gjort på Sjusjøen. Gjennom telefonsamtaler med Johan Haukåssveen, arenasjef ved Sjusjøen Skisenter, ble denne informasjonen innhentet og brukt. Det er forsøkt å ekskludere alt fra loggen og regnskapet som ikke har med selve pålegging og avtakingen av sagflisen å gjøre for å se på den økonomiske forskjellen mellom tekstilduk og sagflis. Haukåssveen oppga et anslaget på et timeantall de hadde brukt, derfor er det blitt presentert kostnader der arbeidet med tekstilduk antas å ta 13 timer mer enn estimert.

Ved å gange dette tallet med antall arbeidstimer benyttet for å legge på og ta av sagflisen blitt funnet. Estimater av dette er basert på loggen gitt av Trondheim bydrift. Det antas at arbeidet gjort av løypemaskinene de dagene det har blitt høstet ville vært unngått ved fullt lager.

Den estimerte prisen det koster for å kjøpe sagflisen og tekstilduken er basert på regnskapet fra Trondheim Bydrift og tall presentert av veileder. Antall kvadratmeter tekstilduk som kreves er estimert ut fra forholdet mellom grunnareal og overflateareal fra haugen i sesongen 2016-2017 og ønsket mengde snø produsert ved forventet smelting. Det antas at det er behov for to lag med tekstilduk og det er sett bort i fra eventuell overlapping mellom disse. Frakt av tekstilduk er ikke tatt med i beregningene i denne oppgaven, mens frakt er inkludert i prisen for å kjøpe sagflis. En nåverdiberegning er gjort over en periode på tre og fire år, med en diskonteringsrente på 4%, utregningen er lagt ved i vedlegg.

I beregning av strømforbruk ble tallene fra produksjonspotensial-regnearket

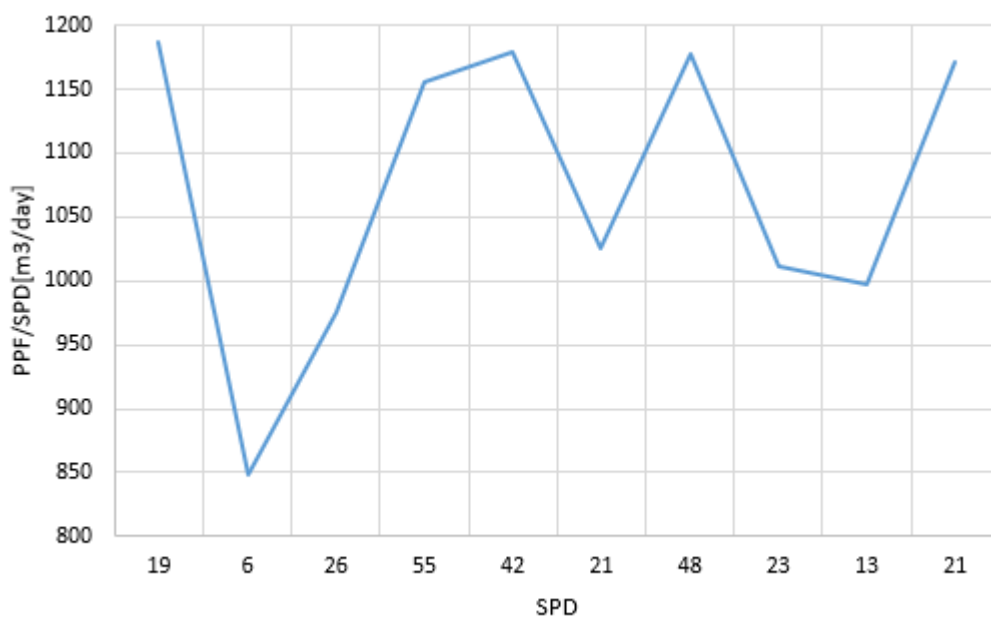
fra Bernhard Vagle benyttet. Kostnaden i $\frac{NOK}{m^3}$ tilsvarte gjennomsnittet av årene 2007-2016 ved $-5^\circ C$. Forskjellen på kostnadene ved de ulike temperatu-
rene er såpass liten at det antas å være en holdbar antakelse. Denne verdien ble ganget med antall m^3 som må produseres for bruk av både flis og duk som tildekkingsmateriale.

5 Resultater og diskusjon

Resultatene er delt opp i flere hoveddeler som til slutt blir sammenlignet. Disse delene beskriver snøproduksjon for bruk av sagflis og snøproduksjon for bruk av tekstilduk og hvor mye snø som må produseres får å sitte igjen med en snømengde som vil gi en skiløype med lengde ca. 3,3 km. Resultatene tar også for seg de økonomiske forskjellene ved valg av tildekkingsmaterial.

5.1 Snøproduksjon i tidsperioden 2007-2016

Antall dager hvor man kan produsere snø og hvor mye hver enkelt snøkanon kan produsere varierer mye fra år til år. Figur 2 viser antall dager hvor man kan produsere snø (SPD) for en temperatur på -5°C har variert i tidsperioden fra 2007 til 2016. Grafen viser at det i 2008 var 6 SPD, hvor en vifte da kunne produsere $848 \frac{\text{m}^3}{\text{dag}}$. I 2010 var det 55 SPD, og en vifte kunne da produsere $1155 \frac{\text{m}^3}{\text{dag}}$. I tidsperioden 2007-2016 var gjennomsnittlig SPD lik 27,4 dager og gjennomsnittlig produksjon per dag for en vifte er lik $1113 \frac{\text{m}^3}{\text{dag}}$.



Figur 2: Produksjonspotensial gitt i m^3 som funksjon av antall dager hvor man kan produsere snø (under -5°C) i tidsperioden 2007-2016.

5.2 Påkrevd produksjonsmengde

Ved bruk av den observerte daglige avsmelting ved Geilo og Sjusjøen i 2016 i tillegg til forventet smeltrate og et tilfelle med betydelig større avsmelting. Dette gir oss følgende produksjonsbehov:

Tabell 1: Påkrevd produksjon for å ha 15 000 m^3 ved avdekking ved bruk av tekstilduk.

Smeltrate [%]	Påkrevd produksjon [m^3]
0,34 (Geilo, 2016)	25 659
0,50 (forventet)	30 675
0,68 (Sjusjøen, 2016)	36 318
0,75 (ekstremtilfelle)	38 512

Av Tabell 1 ser man at ved en avsmelting tilsvarende hva som er tilfellet på Geilo vil ikke behovet for økt produksjon være veldig omfattende og det vil derfor være teknisk gjennomførbart uten at plassbehovet øker drastisk. Dette vil derimot endre seg hvis avsmeltingen vil være mer i likhet med det som er tilfellet på Sjusjøen eller verre. Det vil da være behov for å lage flere hauger og plassbehovet vil dermed øke betydelig som følge av økende volum på snøhaugen.

5.3 Produksjonsbehov ved bruk av sagflis

Tabell 2 viser hvor mange kanoner som trengs for å produsere 20 000 m^3 snø i 2007, 2010 og for gjennomsnittet. I 2006 ville det da ha vært behov for 4 snøkanoner for å få produsert 20 000 m^3 , sammenlignet med 2010 hvor det var 55 SPD ville det vært et behov for 1 snøkanon. Man hadde dette året hatt mulighet til å produsere mer enn 20 000 m^3 snø. Det samme gjelder for det beregnede gjennomsnittet i tidsperioden 2007-2010, hvor SPD er lik 27,4 ville man trengt 1 snøkanon.

Tabell 2: Oversikt over hvor mange snøkanoner som trengs for å få produsert 20000 m^3 .

År	Totalt produksjonspotensial [m^3]	Antall snøkanoner
2008	5 087	3,93
2010	63 257	0,31
Avg	30 498	0,66

Resultatene viser at det er behov for flere snøkanoner dersom antallet SPD i løpet an en vintersesong er lavt.

5.4 Produksjonsbehov ved bruk av tekstilduk

Tabell 3 viser behovet for antall snøkanoner for å produsere nok snø i forhold til mengden som er beskrevet i kapittel 5.2 for fire forskjellige smeltemønstre. En smeltemønstre på 0,75 vil gi et behov for 8 snøkanoner. For en smeltemønstre lik 0,34 vil det være behov for 1 snøkanon, og for en smeltemønstre lik 0,68 vil det være et behov for 2 snøkanoner.

Tabell 3: Oversikt over hvor mange snøkanoner som trengs for å få produsert nok snø i forhold til tre forskjellige smeltemønstre.

Smeltemønstre	Total snømengde [m ³]	Totalt potensial [m ³]	Antall snøkanoner
0,75	38 512,5	5 087	7,57
0,34	25 695	63 257	0,40
0,68	36 318	30 498	1,19
0,50	30 675	30 498	1,01

I disse beregningene er produksjonspotensialet for de fire forskjellige smeltemønstrene satt i sammenheng med produksjonspotensialet basert på SPD. Dette gir en usikkerhet i totalt antall kanoner i den grad at smeltemønstren ikke er beregnet ut fra antallet SPD for et gitt år. Men som resultatene viser er det behov for dobbelt så mange snøkanoner dersom man har et år med få SPD for å kunne bruke tekstilduk som tildekkingsmateriale.

5.5 Sagflis vs. tekstilduk

Resultatene fra kapittel 5.3 og 5.4 viser at det ved en høy smeltemønstre som samsvarer med en dårlig vintersesong er behov for 8 snøkanoner ved bruk av tekstilduk, sammenlignet med bruk av sagflis hvor det kun var behov for 4 snøkanoner. Disse resultatene viser at ved bruk av tekstilduk i en vintersesong hvor antallet SPD er lavt, vil det være behov for å produsere 50% mer snø sammenliknet ved bruk av sagflis. Dette viser at en tekstilduk vil gi en høyere smeltemønstre av snø sammenlignet med sagflis i en varm vintersesong. Dette kan forklares ved at tekstilduken er mer sensitiv for lufttemperatur enn hva sagflis er. Og i en varm vintersesong hvor antallet SPD er lavt (flere dager med høy temperatur) vil lufttemperaturen være høyere enn i en sesong hvor antallet SPD er høyt [Olefs, 2010].

I 2010 hvor antallet SPD var høyt og det var behov for 1 snøkanon ble sammenlignet med en lav smeltrate lik 0,34 som også kun hadde behov for 1 snøkanon. Selv om antallet snøkanoner er lik er det nødvendig å produsere $5695 m^3$ mer snø ved bruk av tekstilduk, men dersom produksjonspotensialet er likt for begge tilfellene vil det kunne bli produsert ønsket mengde snø. Smelteraten for snøen under tekstilduk vil også i dette tilfellet være høyere enn smelteraten for snø ved bruk av sagflis, men forskjellen er mindre sammenlignet med eksempelet med høy smeltrate og få SPD. Sagflis har dermed en bedre isolerende evne sammenlignet med tekstilduk, dette kan forklares ved at sagflis har en evne til å lagre fuktighet, denne egenskapen har ikke tekstilduken [Ødegård, 2013].

Gjennomsnittet av antall SPD i tidsperioden 2007-2016 med behov for 1 snøkanon og en smeltrate på 0,68 med behov for 2 snøkanoner.

Forskjellen på den dårligste og den beste vintersesongen utgjør stor forskjell i total snøproduksjons mengde som er nødvendig for å få produsert ønsket mengde snø.

5.6 Økonomi

En av de viktigste aspektene ved denne problemstillingen er det økonomiske. Tallene brukt i dette delkapittelet er hentet fra et regnark som ligger i 8.3 og 8.4. I kapittel 5.2 står det at den forventede mengden snø som påkrevs produsert for bruk av tekstilduk er $30\ 675 m^3$. Forholdstallet mellom denne mengden og de $20\ 000 m^3$ som er ønsket produksjonsmengde ved bruk av sagflis er lik 1,53375.

I tabell 4 er kostnadene knyttet til kun leie av maskiner og arbeidstimer. I den andre raden er tallene fra Sjusjøen brukt, mens i den tredje raden er det lagt til 13 timer.

Tabell 4: Kostnader til leie av maskiner og arbeidstimer

Tildeckingsmateriale	Vår [NOK]	Høst [NOK]	Totalt [NOK]
Sagflis	159 511	148 786	308 297
Tekstilduk	58 825	21 723	80 548
Tekstilduk(2)	86 137	43 446	129 583

Det viser en tydelig besparelse i det å bruke tekstilduk fremfor sagflis. En av

de store forskjellene på de to materialene er tiden det tar å dekke til og å avdekke snøhaugen og dermed er det forventet at utgiftene knyttet til pålegging og avkledning av materialet vil være der hvor forskjellen er størst. Det presiseres at det ikke var ført noen grundig logg eller oversikt over tallene fra Haukåssveen og at det dermed følger en viss usikkerhet knyttet til estimatet. Til tross for en ekstra arbeidsdag er forskjellen fortsatt stor i tekstildukens favør. Igjen er det knyttet noe usikker til dette da det nøyaktige antall timer brukt til sagflis ikke er presisert i vedlegg loggen gitt av Trondheim Bydrift.

Tabell 5 viser innkjøpskostnadene for de to forskjellige materialene.

Tabell 5: Innkjøpspris for til tildekkingsmateriale

Tildekkingsmateriale	Pris [NOK]	Netto nåverdi (3 år) [NOK]	Netto nåverdi (4 år) [NOK]
Sagflis	217 932	628 972	822 713
Tekstilduk	421 781	421 781	796 743

At tekstilduken har en dyrere engangsutgift enn sagflisen er ikke overraskende, men ved netto nåverdi-beregning er det omlag 300000 kr billigere med tekstilduk enn sagflis. Ved neste innkjøp av tekstilduk, som er i starten av det fjerde året vil prisforskjellen være på ca. 25000 kr i favør av tekstilduken. Det vil si at etter fire år vil prisforskjellen være utlignet, gitt at de øvrige kostnadene forblir uforandret. I tabell 5 er frakt av sagflis inkludert i prisen, men frakt er ikke inkludert for tekstilduk.

I tabell 6 er den totale kostnad knyttet til energiforbruk ved produksjon av ønsket snømengde ved bruk av tekstilduk og sagflis. Snømengden som er brukt for tekstilduk er den forventede mengden ved 0.5% smelting.

Tabell 6: Kostnader til energiforbruk

Tildekkingsmateriale	Snømengde [m^3]	Strømpris [$\frac{NOK}{m^3}$]	Total kostnad [NOK]
Sagflis	20 000	1,03182801	20 636
Tekstilduk	30 675	1,03182801	31 651

Tabellen ser på hvor mye dyrere det vil bli å produsere nok snø til å bruke tekstilduk som tildekkingsmateriale. Selv med betraktelig dyrere strømpris vil denne forskjellen være liten sammelignet med de andre utgiftspostene knyttet til det økonomiske aspektet i denne oppgaven.

Tabell 7 viser summen av utgiftene vist i tabellene tidligere i dette kapitlet for både sagflis og tekstilduk.

Tabell 7: Totalkostnader for bruk av sagflis og tekstilduk

Tildeckingsmateriale	Totalpris [NOK]
Sagflis	546 865
Tekstilduk	533 980

Ut ifra denne tabellen kan det sees at den totale prisen for tekstilduk er omtrent 13 000 kroner billigere enn for sagflis. Det viser at til tross for at tekstilduken er nesten dobbelt så dyr som sagflisen og kjøpe, vil antall arbeidstimer brukt på pålegging og avtaking av sagflis veie opp for det, og vel så det. Tallene brukt fra tabell 4 er det laveste av de to kostnadene for tekstilduk. Ved bruk av det høyeste av de to tallene vil totalkostnaden for tekstilduk ende opp omtrent 25 000 dyrere enn sagflis. Nåverdiberegningene er ikke tatt med i beregningene av totalkostnadene, så sett på en periode over fire år vil prisforskjellen ved innkjøp være utlignet og tekstilduk være billigere i alle aspekter bortsett fra strømprisen, som er den laveste kostnaden. I denne oppgaven er ikke bortkjøring og deponering av sagflis tatt med i beregningen. Ifølge regnskapet gitt av Trondheim Bydrift vil denne utgiften være på totalt 1 000 000 (200 000 til bortkjøring og 800 000 til deponering).

6 Konklusjon

Ved bruk av tekstilduk som tildekkingsmateriale viser resultatene at det smelter mer snø sammenlignet med bruk av sagflis. Med en smeltrate på 0,5 må man produsere 30 675 m^3 snø sammenlignet med 20 000 m^3 snø ved bruk av sagflis. På grunn av varierende SPD fra år til år, som varierte fra 6 SPD i 2008 til 55 SPD i 2010. Vil usikkerheten ligge på om det er kapasitet nok til å produsere nok snø dersom en sesong med lavt SPD vil det være behov for flere antall snøkanoner dersom SPD er lavt. Det vil også være behov for å ta i bruk flere snøkanoner for å få produsert riktig mengde snø ved bruk av tekstilduk.

Den totale prisen som medregner arbeidstimer for av- og påkledning, leie av maskiner, innkjøp av material, kostnader knyttet til energiforbruk er beregnet til å være 546 865 kr for sagflis og 533 980 kr for tekstilduk. Dette viser at tekstilduk vil være det billigste alternativet dersom antallet SPD er høyt nok så man har mulighet til å produsere ønsket mengde snø.

7 Videre arbeid

I denne rapporten har det vært behov for å gjøre flere forenklinger og begrensinger. På grunn an dette er de følgende punktene foreslått som videre arbeid for å optimalisere snølagring:

- Kjøp av nye kanoner: Fornøyelse av utstyret vil forbedre produksjonskapasiteten og sannsynligvis redusere produksjonskostnadene. Forskjellen i pris for produksjon av snø til duk og flis er så liten at det at denne forskjellen blir enda lavere vil ikke ha nevneverdig påvirkning på resultatet.
- Miljøaspektet ved bruk av tekstilduk vs. sagflis. Vi har en følelse av at tekstilduk er gunstig i forhold til sagflis når det kommer til det miljømessige fotavtrykket. Det bli kjørt om lag 25 turer tur/retur til Selbu for å hente flisen, for eksempel.
- Frakt av tekstilduk: I denne oppgaven er frakt av duk ikke tatt med i beregningene. Hvor stor denne er ikke åpenbar for oss, og må derfor sjekkes.
- Deponering og bortkjøring av flis: Estimert til $200000 + 800000$, uten at det er gjort noen stor innsats for å et bedre tilbud. Et konkret tilbud fra forbrenningsanlegg bør være mulig å opparbeide.
- Ny type tekstilduk som vil redusere smeltemraten.
- Se på mulighetene ved gjenbruk av tekstilduk - kan duken lett brukes som underlag til vei når den blir for skitten til å brukes til snølagring?
- Flere snøhauger: Vil det lønne seg to snøhauger ved bruk av tekstilduk? Oppgaven har tatt utgangspunkt i bruk av én haug.

Referanser

Trondheim bydrift. Skjema for driftslogg snøproduksjon. 2017.

A. Olefs, M. Fischer. Comparative study of technical measures to reduce snow and ice ablation in alpine glacier ski resorts. *Cold Regions Science and Technology*, 52(3):371–384, 2008.

M. Olefs, M. Lehning. Textile protection of snow and ice: Measured and simulated effects on the energy and mass balance. *Cold Regions Science and Technology*, 62(2-3):126–141, 2010.

Trondheim Rådmanden. Snølagring i granåsen 2015. 2015. URL <https://innsyn.trondheim.kommune.no/application/getMoteDokument?dokid=10015177>

SNOWatHOME.com. Wet Bulb Temperature. https://www.snowathome.com/snowmaking_weather_tools.php, 2018. [Online; 18–April – 2018].

M. Steiger, R. Mayer. Snowmaking and climate change: Future options for snow production in tyrolean ski resorts. *Mountain Research and Development*, 28(3/4):292–298, 2008.

B. Vagle. Trondheimkonferansen 2017, skianlegg for fremtiden. 2017.

Rune Strand Ødegård. Optimalisering av snølagring om sommeren i et subalpint klima i sør-norge. *Regionale forskningsfond innlandet, Høgskolen i Gjøvik*, pages 1–34, 2013.

8 Vedlegg

8.1 Produksjonsbehov ved bruk av duk

Dagens situasjon:	produksjonsår 2017	produksjonsår 2016			
Ønsket produsert snømengde:	20 000,00	20 000,00			
Lagret snømengde:	18 121,00	16 845,00			
Snømengde ved avdekning ved ønsket produksjon:	14 968,00				
Snømengde ved avdekning:	13 557,00				
Prosentvis endring per dag					
Situasjon ved bruk av duk					
Daglig avsmelting [%]		0,34	0,5	0,68	0,75
Nødvendig produksjonsmengde:		25 659,00	30 675,00	36 318,00	38 512,50

Figur 3: Beregninger for produksjonsbehov ved bruk av duk for forskjellige smeltemønstre basert på produksjonstall fra 2017 og 2017

8.2 Produksjonspotensial

Season	PPF	SMD	PPF/SMD	Average pump power (kW)	EE (kWh/m3)	kWh	Electricity costs	NOK/m3
2007	22563	19	1187,5263	38,06212151	1,234070266	27844,32741	22275,46193	0,9872562
2008	5087	6	847,83333	27,17441704	1,42030982	7225,116054	5780,092843	1,1362479
2009	25337	26	974,5	31,2342867	1,335682792	33842,1949	27073,75592	1,0685462
2010	63527	55	1155,0364	37,02076648	1,247145493	79227,41175	63381,9294	0,9977164
2011	49549	42	1179,7381	37,81249656	1,237138924	61298,99653	49039,19723	0,9897111
2012	21544	21	1025,9048	32,8818917	1,307300103	28164,47342	22531,57873	1,0458401
2013	56549	48	1178,1042	37,76012653	1,237787861	69995,66577	55996,53261	0,9902303
2014	23255	23	1011,087	32,40695729	1,31518557	30584,64042	24467,71234	1,0521485
2015	12964	13	997,23077	31,96284428	1,322771322	17148,40742	13718,72593	1,0582171
2016	24600	21	1171,4286	37,54616301	1,240457974	30515,26616	24412,21292	0,9923664
AVG	30497,5	27,4	1072,8389	34,38620711	1,289785012	38584,64998	30867,71999	1,031828

Figur 4: Produksjonspotensial i tidsperioden 2007-2016

8.3 Høst 2017

06.11.2017	Søbstad 30t gravemaskin	timer							
	Hjullaster	8							
07.11.2017	Hjullaster	8	Bydrift 2xlastebiler	16					
	Gravemaskin	8	Hjullaster	8					
	Lastebil m/henger	8	Hjullaster	8					Semilastebil 8
	2xlastebil	16							
08.11.2017	Hjullaster	8	Hjullaster	6					
	Gravemaskin	8							
	Semilastebil	5							
	Lastebil m/henger	4							
	2xlastebil	10							
09.11.2017	Gravemaskin	3,5	3xlastebil	10,5					
	2xHjullaster	7	4xlastebil	52					
13.11.2017	Gravemaskin	13	Lastebil	8					
	Hjullaster	13	Hjullaster	13					
			2xløypemaskiner	8					
14.11.2017	Gravemaskin	13	4xtraktorer	52					
	Hjullaster	13	4xlastebiler	24					2xlastebil 10
			2xlastebiler	3,5					22
			Lastebil	3					
			Hjullaster	13					
			3xtraktor	39					
			Traktor	10,5					
15.11.2017	Gravmaskin	13	4xlastebiler	52					
	Hjullaster	11	Hjullaster	13					
			4xtraktor	52					
			Løypemaskin	13					
			Løypemaskin	6					
			4xlastebiler	32					
16.11.2017	Gravemaskin	13	Hjullaster	5					3xlastebiler 15
			2xløypemaskiner	26					
			2xlastebil	16					
17.11.2017	Gravemaskin	8							
SUM		198,5		489,5					33
Kostnader/h		1089,501259		452,9397344					2029,272727
Til fhs		101,5		48,5					8
Kostnader		110584,3778		21967,57712					16234,18182
Sum kostnader til fhs		148786,1368							

8.4 Vår 2017

	Søbstad	timer	Bydrift	timer	OTTS	timer
27.03.2017	30t gravemaskin	8				
28.03.2017	30t gravemaskin	8	Hjullaster	8		
29.03.2017	30t gravemaskin	8	Hjullaster	8		
30.03.2017	30t gravemaskin	8	Hjullaster	8		
31.03.2017	30t gravemaskin	8	Hjullaster	8		
03.04.2017	30t gravemaskin	8	Hjullaster	8	2xlasterbiler	16
	Hjullaster	8	2xwille	16		
04.04.2017	30t gravemaskin	12	Hjullaster	12		
	Hjullaster	12	2xwille	24	3xlastebiler	36
18.04.2017	30t gravemaskin	8				
	Hjullaster	8	Hjullaster	8		
19.04.2017	2x30t gravemaskin	16				
	Hjullaster	8				
20.4.2017	2x30t gravemaskin	16				
	Hjullaster	8				
21.04.2017	2x30t gravemaskin	16				
	Hjullaster	8				
24.04.2017	2x30t gravemaskin	16				
	Hjullaster	8				
25.4.2017	Hjullaster	3				
SUM		195		100		52
Konstnader [nok/h]		1369,784615		387,35		414,0384615
Uten høsting		195		100		52
Sum		267108		38735		21530
Til flislegging		115		8		0
Sum		157525,2308		3098,8		0
SUM		198,5		489,5		33
Kostnader/h		1089,501259		452,9397344		2029,272727
Til flis		101,5		48,5		8
Kostnader		110584,3778		21967,57712		16234,18182
Sum kostnader til flis		148786,1368				