

Adrian Gran
Jørgen Marcus Hegrem
Torjus Aaserød

Helsefarlig brøyteutstyr

Bacheloroppgave i Ingeniørfag, Maskin
Veileder: Detlef Blankenburg
Mai 2022



Adrian Gran
Jørgen Marcus Hegrem
Torjus Aaserød

Helsefarlig brøyteutstyr

Bacheloroppgave i Ingeniørfag, Maskin
Veileder: Detlef Blankenburg
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for maskinteknikk og produksjon

RAPPORT BACHELOROPPGAVEN

Tittel (Både på norsk og engelsk kreves)

Helsefarlig Brøyteutstyr / Hazardous Snow Plowing

Prosjektnr

MTP-K-2022-06

Forfatter(e)

Adrian Gran, Jørgen Marcus Hegrem og Torjus Aaserød

Oppdragsgiver(e) eksternt

Steinkjer kommune

Veileder(e) internt

Detlef Blankenburg

Rapporten er ÅPEN

Dato levert

20.05.2022

Kort sammendrag (Både på norsk og engelsk kreves)

Vintrene i Norge gjør fremkommeligheten vanskeligere på grunn av uregelmessige værmønstre og utilstrekkelig brøyting av offentlige veier. I Steinkjer er det flere tilfeller av personer som har skadet seg mens de går til og fra jobb eller andre offentlige steder. I dette dokumentet peker vi på nødvendige krav som må ligge til rette for å nå våre mål i dette prosjektet.

Winters in Norway make accessibility more difficult because of irregular weather patterns and inadequate ploughing of public roads used for walking. In Steinkjer there are multiple cases of people injuring themselves while walking to and from work or other public places. In this document we point out the necessary requirements needed for reaching our goals in this project

Stikkord:

Vintervedlikehold, Glatt føre, Snøfjerning, Fallskader, Snøbrøyting

Keywords:

Winter maintenance, Slippery conditions, Snow removal, Fall related injuries, Snow plowing

Forord

Denne bacheloroppgaven ble utarbeidet våren 2022, og regnes som den avsluttende oppgaven for studieprogrammet Bachelor i ingeniørfag, maskin med maskinkonstruksjon som spesialisering ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er gjort i samarbeid med Steinkjer kommune.

Hensikten med denne oppgaven er å identifisere årsaken bak glattisproblemet presentert av Steinkjer kommune, og utvinne et løsningsforslag som tar hensyn til både den økonomiske og den logistiske situasjonen til kommunen. Oppgaven skal reflektere et vellykket studieløp til studentene gjennom å vise tilegnet kunnskap og metodikk.

Vi ønsker å takke veileder, Detlef Blankenburg, for all veiledning underveis i oppgaven. Takk til studieprogramleder Anna Olsen for all støtte og veiledning vi har fått over tre år. Likeledes takker vi ansatte i Steinkjer kommune, Gunvor Aursjø, Knut Morten Husby og Per Stølan for oppgaven samt bistand underveis.

Det å utføre en slik omfattende oppgave ved slutten av studiet har gitt gruppa stor innsikt i hvordan en reell prosjektoppgave kan utføres i arbeidslivet samt en mulighet for å vise frem kunnskap og metodikk lært gjennom studietiden. Det har vært krevende tidsmessig og kunnskapsmessig, men enormt lærerikt. Innholdet i denne oppgaven står for forfatterens regning.

Trondheim 20.05.2022

Adrian Gran

Jørgen M. Hegrem

Torjus Aaserød

BACHELOROPPGAVE VÅR 2022
JØRGEN HEGREM; ADRIAN GRAN;
TORJUS AASERØD

HELSEFARLIG SNØBRØYTING
Hazardous Snow Plowing

“Walk-more” er et initiativ fra Steinkjer Kommune som krever trygge gangforhold for befolkningen. Brøyting på vinterstid er et viktig element i dette. Det har vist seg at underlaget som blir igjen etter brøytebilen har blitt så glatt at det ikke er trygt å gå der.



Oppgaven gjennomføres i samarbeid med Steinkjer Kommune omfatter følgende punkter:

1. Kort analyse og beskrivelse av produkt, teknologi og marked for brøyteutstyr.
2. Analyse av årsakssammenhengene mellom brøyting og farlig glatte gangveier.
3. Utvikling av nødvendige spesifikasjoner for gode brøyteresultater og testmetoder.
4. Utvikling av alternative brøytemetoder og prosedyrer og konsekvenser for utstyret.
5. Evaluering og presentasjon av resultatene.
6. Evaluering av valgt metodikk og resultatene i forhold til læringsmålene.

Oppgaven skal aktiv ta i bruk et prosjekt journal.

Arbeidet skal risikovurderes. Risikovurdering er en løpende dokumentasjon og skal gjøres før oppstart av enhver aktivitet som kan være forbundet med risiko.

Besvarelsen skal ha med signert oppgavetekst, et sammendrag på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse, etc. Ved utarbeidelse av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velskrevet. Ved bedømmelse legges det stor vekt på at resultater er grundig bearbeidet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte og diskuteres utførlig.

Kontaktpersoner: Gunvor Aursjø, Steinkjer kommune

Faglærer

Detlef Blankenburg



Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg utfordringer presentert av Steinkjer kommune knyttet til brøyting. Når kommunen er ferdig å brøyte fortauene i kommunen, ligger det igjen en glatt overflate som er farlig for fotgjengerne å gå på. Kommunen har fått mange klager fra lokalbefolkningen angående dette problemet, og trenger bistand for å løse utfordringen.

Opgaven tar for seg å se etter årsaker til problemet som oppstår etter brøytingen. Dette har blitt gjort med en kombinasjon av flere metoder deriblant praktisk forsøk, samtaler med fagfolk og informasjon fra internettet. Årsaken ser ut til å ha flere viktige faktorer bak seg som ikke enkelt kan forklares uten å gå i enorm detalj. En forenklet framstilling av årsakssammenheng er gitt i oppgaven.

Videre blir dagens krav og løsninger presentert i oppgaven. Det blir sett nærmere på ulikt utstyr som tas i bruk på fortauene og andre metoder som benyttes for å unngå uønsket overflate. Vanligste utstyret benyttes i Steinkjer er traktor med snøfres og da å strø tørrsand i bakker og slikt hvor det blir svært glatt. I tillegg blir det sett på ulike krav som stilles til brøyting og strøing for brøytemannskapet. Deretter tar vi for oss hvilke kravspesifikasjoner som burde endres for å oppnå bedre brøyteresultater og testmetoder. De ulike økonomiske konsekvensene som er forbundet fallskader nevnes også.

Til slutt blir ulike løsninger presentert og deretter drøftet med utgangspunktet i metodikken brukt gjennom oppgaven. Det er presentert ulike konsepter som Steinkjer kan benytte til videre utvikling om ønsket. Det reflekteres over de ulike valgene opp mot resultat, ressurser og økonomi.

Konklusjonen anbefaler allerede eksisterende løsning med utvidet bruk av isriverskjær ved brøyting. Økonomisk lønner dette seg for kommunen i forhold til andre metoder. Det gir bedre resultat og tryggere gangforhold for fotgjengere.

Abstract

This paper addresses challenges presented by Steinkjer municipality related to snow removal. When the municipality has finished plowing the sidewalks in the municipality, there remains a slippery surface that can be dangerous for pedestrians to walk on. The municipality has received many complaints from the local population regarding this problem and needs assistance to solve the challenge.

The task deals with looking for the causes of the problem that arises after the plowing. This has been done with a combination of several methods including practical experiments, conversations with the winter maintenance crew and gathering information from the internet. The cause seems to have several important factors behind it that cannot be easily explained without going into details. A simplified presentation of causation is given in this thesis.

Furthermore, current requirements and possible solutions are presented in the thesis. Various equipment used on the sidewalks and other methods used to avoid unwanted, slippery surfaces are looked at in more detail. The most common equipment used in Steinkjer is a tractor with a snow blower and then to sprinkle dry sand on slopes and such where it becomes very slippery. In addition, various requirements are set for plowing procedures and sprinkling of sand is set for the winter maintenance crew. Then we consider which requirement specifications should be changed to achieve better breaking results and test methods. The various financial consequences associated with fall injuries are also mentioned.

Finally, different solutions are presented and then discussed based on the methodology used throughout the thesis. Various concepts have been presented that Steinkjer can use for further development if desired. It reflects on the various choices based on results, resources and finances.

The conclusion recommends an already existing solution with extended use of perforated cutting edges when removing the snow. Financially, this pays off for the municipality in relation to other methods. It provides better results and safer walking conditions for pedestrians.

Innhold

FORORD	i
SAMMENDRAG	iv
ABSTRACT	v
INNHold	vi
1 INNLEDNING	1
1.1 ORIENTERING.....	1
1.2 PROSJEKTBEKRIVELSE.....	1
1.3 MÅL OG MOTIVASJON.....	1
1.4 OMFANG OG BEGRENSNINGER.....	2
1.5 SAMARBEIDSPARTNER.....	2
2 ÅRSAKER TIL GLATT FØRE	3
2.1 SAMMENHENGER.....	3
2.2 FORHOLD SOM PÅVIRKER HVOR GLATT DET BLIR PÅ FORTAUER.....	3
2.3 SKO.....	4
2.4 ØKONOMISKE KONSEKVENSER.....	6
3 ANALYSE AV ÅRSAKSSAMMENHENGER	7
3.1 KORT OM FRIKSJON.....	7
3.2 GLATTE SPOR ETTER SLEPESKO.....	8
3.3 GLATT ETTER SALTING.....	9
3.4 GLATT PÅ GRUNN AV VÆRFORHOLD.....	9
3.5 VURDERING AV DE SITUASJONENE SOM ER PRESENTERT.....	10
4 DAGENS METODER FOR FJERNING AV SNØ PÅ FORTAU	11
4.1 INNLEDNING.....	11
4.2 PLOGTYPER SOM BENYTTES.....	11
4.3 FRES.....	13
4.4 BRØYTESTÅL.....	13
4.5 STRØ- OG SPRØYTEMETODER.....	17
4.6 SPREDNINGSMETODER.....	20
5 BRØYTERESULTATER OG TESTMETODER	24
5.1 MÅL PÅ GODE RESULTATER.....	24
5.2 NÅVÆRENDE SITUASJON.....	24
5.3 DRIFT OG VEDLIKEHOLD.....	25
5.4 HVA KJENNETEGNER GODE BRØYTERESULTATER.....	26
5.5 TESTMETODER.....	27
5.6 KOSTNADER FOR SKJÆR OG SAND.....	29
6 UTVIKLING AV ALTERNATIVE BRØYTEMETODER, -UTSTYR, -PROSEDYRER OG KONSEKVENSER FOR UTSTYRET	31
6.1 METODER.....	31
6.2 PROSEDYRER.....	37
6.3 KONSEKVENSER FOR UTSTYRET.....	39
7 METODER BENYTTET I OPPGAVEN	40
7.1 INNLEDNING.....	40
7.2 DATAINNSAMLING.....	40
7.3 DEN VITENSKAPELIGE METODEN.....	41

8	DRØFTING OG EVALUERING AV RESULTAT	42
8.1	INNLEDNING.....	42
8.2	RESULTATENE AV GRUPPENS ARBEID	43
8.3	ØKONOMISK VURDERING AV FORSLAGENE	44
8.4	METODIKK.....	45
8.5	LÆRINGSMÅL.....	45
9	KONKLUSJON	47
10	REFERANSELISTE.....	48
11	FIGURLISTE.....	51
12	TABELLISTE.....	52
13	BEGREPSLISTE.....	53
	VEDLEGG A.....	54
	VEDLEGG B.....	62

1 Innledning

1.1 Orientering

Steinkjer Kommune er blant flere kommuner som har et “walk-more”-initiativ for sine innbyggere. Dette innebærer å tilrettelegge for trygge og hyggelige byomgivelser slik at befolkningen ønsker og kan gå mer ut. For å få til dette trengs det gode gangfelt å gå på, og det gjelder spesielt på vinteren når føret kan være glatt og fremkommeligheten er redusert.

Steinkjer Kommune har erfart at mye av dagens brøyteutstyr etterlater en hard overflate som ser ut som stødig snø å gå på, men i realiteten er veldig glatt og farlig for fotgjengere.

Utstyret brukes på parkeringsplasser, gangvei og fortau, altså hvor fotgjenger ferdes ofte.

Oppgaven fikk gruppa gjennom et oppgaveforslag fra Instituttet på Blackboard. Gruppa tok dermed direkte kontakt på e-post med Steinkjer Kommune angående samarbeid.

1.2 Prosjektbeskrivelse

Gruppa ønsker å finne årsak til hvorfor det oppstår glatte spor etter brøyting og hvordan man kan forhindre det i fremtiden.

Oppgaven omfatter følgende punkter:

- Kort analyse og beskrivelse av produkt, teknologi og marked for brøyteutstyr.
- Analyse av årsakssammenhengene mellom brøyting og farlig glatte gangveier.
- Utvikling av nødvendige spesifikasjoner for gode brøyteresultater og testmetoder.
- Utvikling av alternative brøytemetoder og prosedyrer og konsekvenser for utstyret.
- Evaluering og presentasjon av resultatene.
- Evaluering av valgt metodikk og resultatene i forhold til læringsmålene.

1.3 Mål og motivasjon

Gruppa ønsker å benytte oppgaven til å få trening i hvordan man kan systematisk løse problemer i en mulig jobbsammenheng. Hvor man kanskje ikke har en ideell situasjon med tanke på informasjon, utstyr og økonomi, men må komme fram til mulige løsninger likevel.

Det ønskes å identifisere årsaken bak det glatte underlaget som forårsakes av brøyteutstyret og muligens utvikle en mekanisk/teknisk-løsning for å unngå eller motvirke dette som Steinkjer Kommune kan ta i bruk eller bruke i videre utvikling av konsept.

Gruppen valgte denne oppgaven fordi den kan bidra til å løse et viktig problem som er relevant for flere områder i Norge (og verden), og kan derigjennom bidra til et tryggere samfunn. En befolkning i bevegelse har større ringvirkninger enn kun individets helse, og gruppen ønsker å bidra til dette. Målet er et bedre utgangspunkt for at befolkningen skal kunne bevege seg fritt til fots på vinterstid uten frykt for fall/skade og ubehag.

1.4 Omfang og begrensninger

Oppgaven skal utføres i tidsrommet januar til mai 2022 med endelig innleveringsfrist 20.mai 2022. Oppgaven er i varierende grad kvalitativ og kvantitativ. Ulike metoder brukes for å bruke mest mulig av relevant informasjon for å utføre oppgaven.

Grunnet dårlige værforhold og manglende utstyr ble det vanskelig for å utføre tester i større omfang.

1.5 Samarbeidspartner

Steinkjer Kommune er en liten til mellomstor kommune med et folketall på 24 004 (SSB, 2022) som ble grunnlagt 23. Januar 1858. Som andre kommuner har den ansvar for mange viktige oppgaver som undervisning, helse, kultur og transport og tekniske løsninger. Sistnevnte innebærer å holde lokale veier i god nok stand slik at trafikken kan foregå uten større problemer. Avdelingen Veg, trafikk og park står til ansvar for dette og har ett eget område for oppbevaring av brøyteutstyr. Her må det være etablert prosedyrer slik at hvis snøen plutselig faller vil både utstyr og mannskap være klart fortest mulig. Omtrent 50% av områdene kommunen står ansvarlig for å brøyte utføres av kommunalt mannskap, mens resten går på tilbud til entreprenører.

2 Årsaker til glatt føre

2.1 Sammenhenger

En mann skal gå til butikken langs et ny brøytet fortau ikledd vintersko. På turen sklir mannen på det ny-brøytete fortauet, slår seg hardt og ender opp på legevakten. Veien er tilsynelatende trygg å gå på og vinterskoene er jo tross alt vintersko som skal være behjelpelige mot vinterføre. Hvorfor faller mannen da?



Figur 2-1: Illustrasjon av mann som faller på glatt vei

Årsaken består sannsynligvis av flere faktorer som spiller inn i ulik grad. Fortauet kan ha ulike typer snø som ligger på overflaten i det brøytebilen kommer og brøyter. Brøytebilen kan bruke flere typer skjær som har innvirkning på overflaten i etterkant. Mannens sko kan ha en ugunstig såle som har lite innvirkning på å øke friksjonen mens han går. Dette må derfor undersøkes nærmere.

2.2 Forhold som påvirker hvor glatt det blir på fortauer

Overflater som fortau, parkeringsplasser og andre steder hvor folk skal bevege seg til fots er svært viktige å få brøytet ordentlig. Disse overflatene er som regel lik veien i at de også er asfalterte og kan da ta samme antakelser som ved veibrøyting, dog det brukes oftere annet utstyr av logistiske hensyn som størrelse og utforming.

2.2.1 Brøyteutstyr

Får å få fjernet all snøen som faller til bakken har man konstruert mange ulike typer brøyteutstyr som skal håndtere denne oppgaven best mulig. Prinsippet er ganske likt på alt utstyr: Man tar et slags skjær festet til en plog, for eksempel, og senker denne til en gitt høyde over

asfalten og under snøoverflaten slik at man kan kjøre med skjæret under snøen og få løftet dette opp av veien og transportert et annet sted. Til tross for sin hensikt om å gjøre veiene fremkommelige, så hender det seg iblant at veien blir mindre fremkommelig etter utstyret har gått over veien. Overflaten etter brøytingen har blitt helt flat, glinsende og glatt etter brøyting. Snøen har nærmest blitt til is.

Når ploegen eller slepeskoa settes til bakken og brøytemaskinen gjør seg klar for å brøyte ligger det en stor vekt på ploegen/skoa som skal hold skjæret fast i riktig høyde og vinkel. Dette er meningen, men det forårsaker en komprimering av det ferdigbrøytete underlaget og vi får en veldig uniform og glatt overflate (Se Vedlegg A). I tillegg vil det bli varmeutvikling mellom plog/sko og overflaten på fortauet da tyngden på utstyret vil gi en friksjon mellom dem. Dette kan varme opp øverste overflate av snøen til vann og dermed smelte til is igjen dersom temperaturen tilsier det. Skjærene på brøyteutstyret kan også ha innvirkning på det ferdige produkt; For eksempel vil som sagt planskjær gi en fin overflate, mens perforert isriverskjær vil rive opp underlaget og gi mønster til snøen som ligger igjen.

2.2.2 Snøforhold

Typen snø som ligger til grunn har også innvirkning på forholdene etter brøyting. For eksempel har ikke slaps samme utgangspunktet for å bli komprimert som vanlig tørr snø. Det ligger altså noen fysiske egenskaper til grunn som avgjør hva slags underlag vi får etter brøyting. Tettheten av snø og temperaturen er de største faktorene for å avgjøre utfallet. Det vil si høyere temperaturer gjør snøen kram og fuktig, noe som gjør den enklere å forme, men som også gjør at den fryses enklere fast til underlag når den først blir formet. Lavere temperaturer bidrar til tørr snø som ikke lar seg forme like enkelt fordi den setter seg ikke fast til kalde overflater og blir enkelt blåst bort. Tettheten til snø avgjør også komprimerhetsgraden; Jo tettere snø, jo hardere blir den. Hard snø er derimot for hard til å forme noe særlig, men kan allerede da være ganske glatt å gå på.

2.3 Sko

En viktig faktor som skal bidra til bedre vinterføre å bevege seg på er skoene. Skoene man velger er ofte basert på markedsføringskampanjer, anbefalinger fra ansatte og venner eller artikler man finner på nettet; Uansett kan årsaken til at en kjøper et spesifikt sett med vinter-sko være helt tilfeldig. Det er vanskelig å beskyldte forbruker for manglende kunnskap om skoindustrien som årsaken til at en sklir og slår seg på isen, så det er heller industriens ansvar å produsere pålitelige sko og ikke markedsføre skoene for noe de ikke klarer.

2.3.1 Hva gir feste

Kontaktområdet mellom personen som går og fortauet er mellom skosålen og overflaten på fortauet (snø for eksempel). For at en person skal skli og falle på fortauet må friksjonen på kontaktområdet være ekstremt lav eller null (kombinert med faktorer som massesenter og momentum etc). Hvilke faktorer som spiller inn for overflaten på fortauet er nå dekt, så da gjenstår underflaten til skoen; yttersålen. Yttersåler til vintersko har en viktig jobb i å få grep i underlaget som man går på. På vinteren beveger man seg ofte over ulike typer snø og is som kan være veldig glatt, vått og tungt. Mange vintersko velger derfor å designe sålene likt bilhjul; På vinterstid legger vi om til vinterhjul på bilene våre, dekk som har betydelig større åpninger i dekkmønsteret for å få bedre grep i snøen. Mønsteret spiller en vesentlig rolle i å gi større friksjon på vinterføret.

I tillegg til mønsteret i sålen vil også materialtypen ha mye å si. Ulike materialer gir ulik grad festning. Gummi, termoplastisk gummi og termoplastisk polyuretan er blant de mest brukte materialene til yttersålen på vintersko. Dette handler i stor grad om deres evne til å isolere, men også om evnen til å feste seg til ting grunnet høy friksjonskoeffisient, spesielt etter vulkanisering som forvandler rågummien til et mer klebrig produkt med gode elastiske og sterke egenskaper (Ore, S. 2019).

2.3.2 Vintersko på glatt føre

Til tross for at det kalles vintersko viser det seg at det ikke er alt vinterføre de takler. RMT (Rate My Threads) driver en kontinuerlig studie av ulike vintersko som befinner seg på markedet. De tester etter maks oppnåelig vinkel som skoene takler på iset underlag med og uten et tynt vannlag på toppen. Testen utføres både i stigende og synkende vinkel før vinkel økes med én grad opptil maksimale 15 grader. De klassifiserer skoene etter hverdagsbruk, sikkerhet og pigger. For hverdagssko er maksimal bestått vinkel 11 grader, men variasjonen blant de er store hvor noen ikke engang klarte 1 grad stigning. RMT har på nettsiden sin en fullstendig liste over sko testet og hvordan disse taklet de ulike testene og til hvilken vinkel de gikk (RMT, 2022). Forsker Yue Li, ved RMT, sier at det er mikrofibrene i sålen som er mest avgjørende fordi disse tar grep i isen og tillater en å gå i så høyt som 15 grader stigning uten å skli. Hun sier også at utfordringen er at det ikke mulig å se visuelt på mønstrene i sålen om skoene har godt grep eller ikke. (CBC, 2021).

2.4 Økonomiske konsekvenser

Som nevnt tidligere i oppgaven har Steinkjer kommune opplevd et stort antall klagemeldinger fra lokale angående dårlige gangforhold i byen som resulterer i fall og fallskader. Steinkjer har dessverre ingen tall som kan reflektere forholdene i kommunen, og analysen må ta utgangspunkt i andre geografiske steder med tilsvarende miljø.

2.4.1 Skader som følge av fall

Ifølge SSB var fallskader den vanligste arbeidsulykken i 2019 og 2020, der om lag én femtedel av 20.000 - 22.000 arbeidsulykker var av typen fall (SSB, 2020-2021). Ifølge NHI opplever én tredjedel av alle over 65 år minst én fallepisode i året, og av disse opplever halvparten gjentatte fall. NHI beskriver fall og falltendens som en risikofaktor for alvorlige beinbrudd hos eldre (NHI, 2019). Tall fra det Kanadiske institutt for helseinformasjon (CIHI) viser også til at fallskader var den mest vanlige årsaken for sykehusinnleggelse og besøk på akuttmottak for skader og traumer. Omtrent én fjerdedel av disse måtte oppholde seg minst ett døgn på sykehuset, hvor gjennomsnittsbesøket var på 14.3 dager i 2016-17 (CIHI, 2018).

2.4.2 Fallkostnad

Dersom vi tar utgangspunkt i tallene oppgitt i forrige delkapittel kan vi regne ut estimerte utgifter for pasienter med fallskader. Statens legemiddelverk har utført beregninger som viser til snittpris på 17.000 kr per liggedøgn på norske sykehus i 2017 (Statens legemiddelverk, 2022). Tallene fra Canada tilsier at 1 av 4 fallskader får overnatte på sykehus: Dette tilsvarer cirka 5000 pasienter. Uten å ta hensyn til inflasjon siden 2017 vil vi få en utgift på: $17.000 * 5.000 = 85$ millioner kr i året. Dette tar som utgangspunkt at pasientene mottar behandling. Dersom pasientene er utskrivningsklare og fortsatt opptar en sykehusseng blir døgnpris nedjustert til 5.000 kr (Helsedirektoratet, 2022). Vi kan anta lik fordeling over landet og estimere at for Steinkjer sine 20.000 innbyggere kan dette tilsvare en årlig utgift på 350.000kr. Disse kostnadstallene inkluderer ikke kostnadene knyttet til eventuelle sykemeldinger etter fallskader.

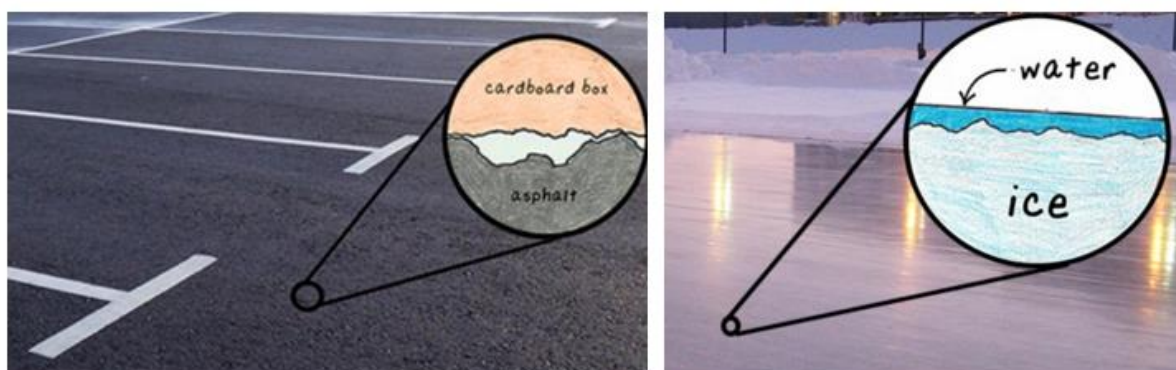
3 Analyse av årsakssammenhenger

Som en del av oppgaven skal gruppa analysere årsakssammenhenger mellom brøyting og farlig glatte gangveier. Det er viktig å skille mellom direkte og indirekte årsaksforhold. Et direkte årsaksforhold er at det for eksempel blir glatt etter at en snøfres har brøytet et fortau. Et indirekte årsaksforhold er for eksempel på grunn av at snøfresen fjerner snø fra fortauet, så vil flere innbyggere benytte fortauet og komprimere resten av snølaget som ligger igjen og gjøre det glatt. Gruppa ønsker å analysere forskjellige situasjoner fortalt til oss fra brøytemannskap og egen testing der vi skal redegjøre, forklare og vurdere de ulike situasjonene som kan gjøre det glatt etter brøyting.

3.1 Kort om friksjon

Kraften som virker mellom to legemer kalles for friksjonskraften. Den virker både når legemer er i bevegelse og i ro (glidende og statisk). I bevegelse vil friksjonskraften som regel virke motsatt på bevegelsesretning. Friksjon vil også utvikle varme og gi tap i mekanisk energi.

Friksjonskraften vil variere avhengig av mange faktorer som for eksempel formen og glattheten på legemene i kontakt. Skulle man gå på asfalt vil friksjonen være større enn hvis en går på glattisen. Dette er fordi overflaten til glattisen er mye jevnere og glattere enn asfalten, og i tillegg til at is ofte har et tynt lag vann på overflaten som reduserer friksjonen fordi vann overfører skjærkrefter dårlig. Se Figur 3-1 (May, 2017).



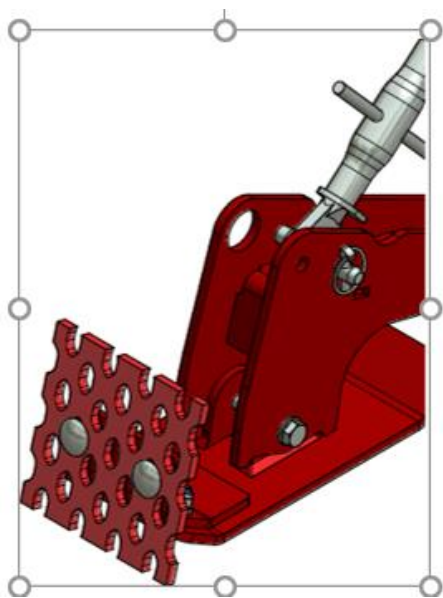
Figur 3-1: Friksjonsoverflate

Føreforhold	Friksjonskoeffisient
Våt is	0,05-0,15
Tørr is	0,15-0,3
Fastsand (vannbefuktet) på is	0,3-0,5
Tørr sand på is	0,25-0,3
Våt, bar asfalt	0,4-0,9
Tørr, bar asfalt	0,9-1,0

Tabell 3-1: Friksjonskoeffisient

3.2 Glatte spor etter slepesko

Slepesko er påmonterte innretninger oftest funnet bak snøfreser. Det er meningen at disse skal ha bakkekontakt og sikre at fresen får minst mulig kontakt med underlaget. Se Figur 3-2. Det medfører at skoene blir påført en stor vertikal kraft som bidrar til å komprimere snøen som treffer kontaktflaten til skoene etter fresen har kjørt, som i tillegg vil fjerne det meste av ruheten i overflaten og legge igjen et glatt underlag.



Figur 3-2: Slepesko med påmontert perforert isriversko



Figur 3-3: Illustrasjon av glatte spor etter brøytesko uten isriverskjær

Snøen som blir liggende igjen i slepeskosporet er ofte glatt og vil ligge langs store deler av strekningen som ble brøytet. Se Figur 3-3. Hvorfor blir den komprimerte snøen glatt? En teori vi har er at når snøen inneholder vann så vil komprimeringen føre til at vannet blir presset ut og legger seg som et tynt lag oppå det gjenværende snølaget. Det medfører at det fryser til is nesten med en gang etter fresen har kjørt over. Vi har ikke greid å utføre noen forsøk på akkurat dette, men i forsøket i Vedlegg A ser man en sammenheng mellom lavere friksjonskoeffisient i mer sammenpresset snø og det er ikke utelukket at vann som blir presset ut er en

medvirkende årsak. Siden ruheten til overflaten er såpass liten så vil også det vannet som legger seg oppå som en film ha veldig liten ruhet og dermed gi lite friksjon til gående eller syklende.

En annen mulig medvirkende årsak til hvorfor det blir glatt er at friksjonsvarme blir generert som følge av at slepesko blir dratt over snø med stor vertikal kraft ned mot underlaget. Friksjonsvarmen vil smelte et tynt lag snø på overflaten slik at det blir lagt igjen en tynn vannfilm som fryser til is. Her trenger ikke snøen å ha mye fuktighet i seg fra før for å danne denne vannfilmen siden den kommer av smeltet snø.

3.3 Glatt etter salting

Noen ganger vil veier bli glatte selv etter salting. Dette skyldes enten på grunn av at ny nedbør uttynner saltløsningen og dermed øker frysepunktet eller at det blir væromslag og temperaturendringene gjør at omgivelsene blir kaldere enn frysepunktet til saltløsningen. (Statens Vegvesen, 2022) Dette er et eksempel på en indirekte årsakssammenheng som følge av forandringer i forhold i etterkant av brøyting, noe som gjør det vanskeligere å oppdage. Værmeldinger kan være gode indikasjoner på om slike forhold kan forventes, men forandringene kan komme brått og noen ganger uforventet. Det farligste med at saltet vei blir glatt er at det dannes “svart is” som gir illusjonen at det er bar asfalt på veien, men veien er i realiteten dekket av is.

3.4 Glatt på grunn av værforhold

Når fuktig luft treffer en flate kaldere enn vanndampen i luften vil vanndampen kondensere og lage dugg på overflaten. Kondensasjon er en faseovergang fra gass til væske. Dugget som dannes etter kondensering kjennetegnes vanligvis i form av små dråper på den kaldere flaten. Sporene etter slepeskoene har såpass lav ruhet at vanndråper ikke vil formes like enkelt slik at vannet som blir liggende igjen er som et teppe som fryser til is.

Senere om vinteren så vil solen begynne å varme mer enn den har gjort gjennom hele vinterseongen, og det er som regel da man begynner å se skaresnø. Skaresnø forekommer når det blir kuldegrader etter en mildværsperiode. Under mildværet har det øverste snølaget rukket å smelte litt før minusgradene setter inn og fryser vannet. Dette tror vi og kan skje i sporene til slepeskoene. Hvis det blir brøytet når det er kaldt, typisk om natten eller tidlig morgen, og det er forventet mildvær den dagen så er det rimelig å anta at solvarmen og lufta klarer å smelte det øverste snølaget i sporene og fryse det igjen når det blir minusgrader, som vil legge igjen en glatt overflate.

Alle årsakssammenhenger knyttet til værforhold vil være indirekte siden de ikke inntreffer under eller rett etter brøyting. I tillegg vil det være vanskelig å vektlegge ett spesifikt tilfelle når forholdene ligger til rette for at flere tilfeller kan inntreffe.

3.5 Vurdering av de situasjonene som er presentert

De situasjonene som vurderes i oppgaven er enten presentert av brøytemannskap i Steinkjer eller basert på våre egne forsøk. Vurderingene vil være basert på det vi har lært gjennom dette semesteret med jobbing om oppgaven. Det at man klemmer ut vann når man komprimerer snø er også kjent i flyindustrien når man skal tenke på preparering av rullebaner. "Når fersk snø ryddes med tungt og kvast utstyr, vil vann bli presset ut, og straks fryse til en skorpe av is. Slike skorper utgjør glatte glideflater, glinsende i lys ..." (Norsk Flygerforbund, hentet 21.04.22)

I vedlegg A ser man også at vi har en sammenheng mellom glatt overflate og komprimert snø, som gir oss grunn til å tro at dette er en reell årsak som bidrar til å skape glatte spor etter brøyting. I vedlegget peker vi også på at mindre komprimert snø ikke er like glatt, slik at det å ikke brøyte helt ned til bakken kan være et alternativ for å få en mindre glatt vei.

Salting blir utført på hovedveiene i og rundt Steinkjer der kommunen ikke har ansvar for saltingen per brøyteinstruks. Steinkjer kommune velger å strø når friksjonskoeffisient blir lavere enn 0,25 på veier de har ansvar for. Det er vanskelig å si om strøing er bedre enn salting og vice versa, begge metodene har sine fordeler og ulemper. Det som er bevist år etter år er at saltet vei foretrekkes når det er snakk om lengre og større veistrekker, og det gir grunn til å tro at kjøreforhold blir forbedret på saltet vei. Derfor kan det være en mulighet for Steinkjer kommune å vurdere om de skal begynne å salte de mest sentrale gangfeltene.

Værforhold kan aldri forutses helt perfekt. Det å legge en brøytestrategi basert på hvordan været er meldt vil på lang sikt gi neglisjerbare resultat siden været stadig forandres. Noe som kan være relevant å få med seg er hvordan været er etter brøyting og utføre tiltak basert på det man har observert. Har det vært litt mildt eller høy luftfuktighet etter utført brøyting kan ytterligere tiltak vurderes basert på visuell inspeksjon og testing. Værforholdene kan medføre at vann fryser ujevnt over sporene også slik at det naturlig lages flere ujevnheter i sporet slik at det ikke blir like glatt, som kan bidra til at det ikke trengs å gjøre noe med brøyteresultatet fra dagen før.

4 Dagens metoder for fjerning av snø på fortau

4.1 Innledning

Hovedfunksjonen til brøyteutstyret skal være å fjerne snø på den måten som passer brukeren best. Det er stor konkurranse i markedet for brøyteutstyr er tøft, med leverandører over hele landet. De fleste leverandører selger likt utstyr, men fra forskjellige produsenter. Det virker som om det er konkurranse på pris og ikke forskjellige funksjoner på samme utstyr. Brøyteutstyr som vanligst selges er forskjellige skjærtyper og ploger til traktor og bil, og snøfreser. Tilleggsutstyr som slitestål og sandstrøere er ofte tilgjengelig til de samme leverandørene.

Ved bruk av den første metoden, påføring av dyttekraft, benyttes en plog eller ett skjær. Plogen benytter seg av et brøytestål/skjær på kanten mot vegen for å redusere slitasjen på selve plogkonstruksjonen, men heller slite brøytestålet som er enklere og rimeligere å bytte.

Kraften som påføres er en horisontal kraft. Ploger benyttes ved å feste de til et bærekjøretøy, dette omfatter i hovedsak lastebiler, traktorer, hjullastere og veghøvel, men kan også festes på andre kjøretøy som redskapskjøretøy og biler. Hovedkriteriet er at valgt kjøretøy har tilstrekkelig egenvekt og kraft til å flytte på snømengden, men det eksisterer mange flere tilpasningsmuligheter ut fra kjøretøyet og kundens behov. Utformingen og funksjonene til plogen varierer også ut fra kundens krav til utstyret.

Det er i størst grad traktor som benyttes som kjøretøy til å brøyte fortauene. Traktoren er godt egnet ettersom at den er lettere enn annet utstyr, kan være smalere, kan manøvreres enklere og kan enkelt festes på en god del utstyr. Nå skal vi se nærmere på noen ulike utstyr som benyttes.

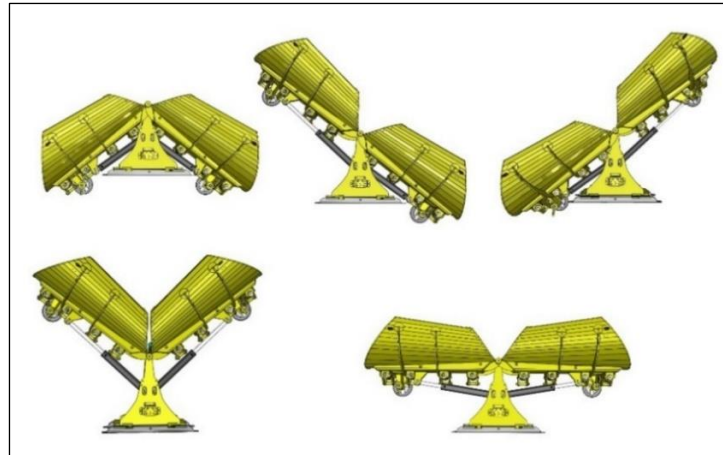
4.2 Plogtyper som benyttes

4.2.1 Vikeplog (V-plog)

Vikeplogen er bygget opp av to uavhengige vinger som begge er hydraulisk styrte. Dette tillater for flere ulike posisjoner, som vist i figuren over til høyre. Posisjonen på disse vingene vil også bestemme hvor gode kastegenskaper som oppnås. Vikeplogen brukes ofte på mindre kjøretøy (som traktorer, mindre hjullastere, kompaktlastere og redskapsbærere). Denne typen plog er godt egnet til mindre veier, fortau og plasser. Med en slik variasjon i posisjonering så er det lettere for brøytemannskapet å tilpasse plogen etter utformingen på det aktuelle veistykket. Plogen kan påmonteres ulike skjær etter behov.



Figur 4-1: Øveraasen Relax Vikeplog (Øveraasen, 2022)



Figur 4-2: Øveraasen Relax Vikeplog i ulike posisjoner (Øveraasen, 2022)

4.2.2 Underliggende skjær

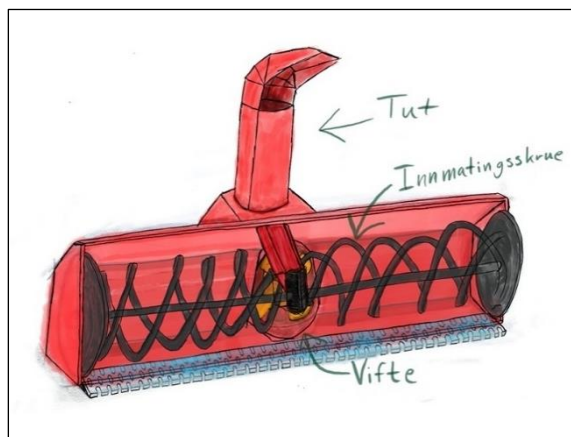
Underliggende skjær er godt egnet der det er bygget opp en snøsåle som følge av kram snø. Ettersom skjæret er festet under kjøretøyet, enten veihøvel, traktor eller lastebil, får den mye vekt på seg og mye kraft ned i baken når den brukes. Skjæret ligger ikke konstant i kontakt med bakken, men kan brukes der det trengs ved aktivering med hydraulikk. Se Figur 4 3.



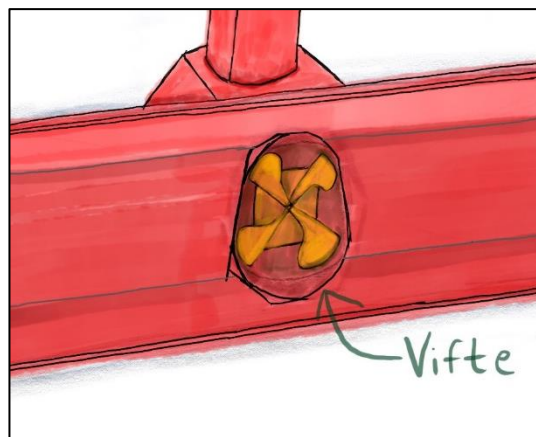
Figur 4-3: Vei høvel med underliggende skjær (Swanty32e – Machine & Truck Videos From Norway, 2011)

4.3 Fres

På den andre metoden, fres, påføres snøen en dyttekraft fra flaten som kombineres med rotasjonskraft fra fresens roterende skovler/innmatings-skruer og vifte. De ulike delene vises i Figur 4-4, med utsnitt av viften i Figur 4-5. Her samles inn snøen fra bakken og mates inn i viften, som påfører kraften som leder snøen opp tuten og “kaster” snøen i ønsket retning. I likhet med snøpløger produseres det mange ulike modeller med ulike utforming og diverse tilleggfunksjoner.



Figur 4-4: Illustrasjon av snøfres



Figur 4-5: Illustrasjon av snøfres, sett uten innmatings-skruer

4.4 Brøytestål

4.4.1 Typer brøyteskjær

Brøytestål er stålemner som festes i bunn av plog, skjær eller fres for å forhindre at ploget slites ned under brøyting. Brøytestålene blir produsert med ulik utforming for å kunne gi forskjellige egenskaper til det trengs på ulike forhold. Ettersom det er brøytestålet og ikke ploget som skal slites ned så er det ønskelig at brøytestålene produseres i et slitesterkt material. I tillegg til å være slitesterkt er det også ønskelig at stålet er sprøtt. Hvis stålet er sprøtt vil det slites av veldig små biter på størrelse med støvkorn som ikke kan forårsake skader på trafikk eller natur. Noen skjær har derfor hardmetallender eller mulighet til å sette inn små emner karbider, fordi de har overlegen slitestyrke og hardhet og enkelt kan byttes ut.

Figur 4-6: viser et brukt, perforert isriverskjær som er festet til en plog. Hullene i stålet gjør at løsnet snø og is slippes gjennom under brøyting og legger igjen en rillete overflate som holder effektivt på salt og sand. Veistålet egner seg best til bruk på kompakt snø og is fordi kontaktflatene i stålet er smale nok til å grave seg ned i is og rive den opp. Den får da den samme effekten som annet isriverstål skrevet om nedenfor, men har fortsatt stor nok overflate

til å samle mye snø, noe som gjør stålet ganske versatilt. Ulempen med dette stålet sammenlignet med de andre vanligste typene er at det er dyrere.



Figur 4-6: Detalj av perforert isriverskjær

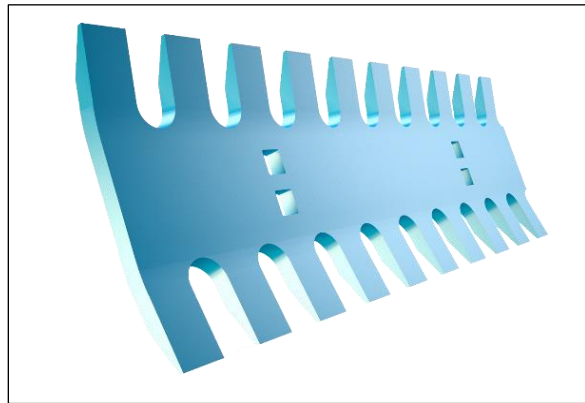


Figur 4-7 : Lastebil med plog påmontert brøytestkjær. Denne type plog benyttes ikke av Steinkjer kommune ved brøyting av fortau.

Felleskjøpet selger både plant veistål og perforert isriverskjær. Ett emne perforert isriverskjær med dimensjoner 240x11x1525 mm selges til 2000 kroner, og ett emne plant veistål med dimensjonene 200x12x1525 mm selges til 1500 kroner. Enkelt beregnet gir det dette forholdet som viser at ett emne plant veistål med nesten like dimensjoner koster 25% mindre enn det perforerte isriverskjæret.



Figur 4-8: Plant veistål



Figur 4-9: Isriverskjær (Olofsfors AB, 2022)

Figur 4-8: viser et brukt, plant veistål som er festet til en plog. Denne typen stål er egnet til å fjerne større mengder snø og slites ned tregere enn det perforerte isriverskjæret. Det er som regel det plane veistålet som er billigst hos ulike leverandører. Ulempen med dette stålet er at det ofte legger igjen en glatt, kompakt overflate som gjør det vanskelig for fotgjengere og syklistene å ferdes på.

Figur 4-9: viser et isriverskjær. Tennene på disse skjærene er lange og gir gode brøyteresultat på tykkere is. Skjærene som på Figur 4-9: er svakt bøyd i en form som gjør at tennene stikker litt ut fra innfestningsplanet. Dette gjør at tennene slipes skarpe under brøyting og at skjæret vil søke seg ned mer i bakken, noe som gjør at det er vanskeligere å brøyte med. Dette skjæret vil også legge igjen en rillede overflate som holder effektivt på sand og salt. Isriverskjær ligger i en prisklasse mellom det plane veistålet og det perforerte veistålet med samme dimensjoner. Bruksområdene er de samme som for det perforerte isriverskjæret, men siden det er vanskeligere å brøyte med vil de fleste brøytere bare bruke det når det trengs på tykkere is.

4.4.2 Materialtyper i brøyteskjær

Slitestål

Slitestål brukes som en samlebetegnelse på legert stål med spesielle bruksegenskaper, og mange brøytestålprodusenter betegner sine stål som produsert av slitestål. Et av de vanligste

slitestålene er Hadfieldstål, også kalt mangan stål. Dette stålet inneholder mellom 11 - 15% mangan og 0,8 – 1,5% karbon, noe som gjør stålet veldig slitesterkt og hardt. Flytegrensen til stålet er ikke ulikt det til vanlig stål, men strekkfastheten kan nå opp til 2000 MPa. Dette skjer når stålet blir deformert. Deformasjonen herder stålet ytterligere og gjør det enda hardere. Stålet motstår også å bli sprøtt som følge av kalde temperaturer helt ned til -120°C.

Hardmetall

Hardmetall består hovedsakelig av wolframkarbid med kobolt som bindemiddel. Det er svært slitesterkt, varmebestandig og korrosjonsbestandig. Bruksområdene er mange, men oftest finner man hardmetallskjær på verktøy som skal arbeide under en sterk lokal oppvarming, som skjær på dreiestål, tenner på sirkelsag og bor. Hvis hardmetall blir resirkulert så vil man miste mye av bindekraften mellom wolframkarbiden og kobolten, noe som medfører reduserte egenskaper.

Sintring

Prosessen der man fremstiller hardmetall kalles sintring. Wolframkarbid blir tilført kobolt og andre metaller i små mengder som TiC, TaC eller NbC. Dette blandes før blandingen blir valset og tørket for å produsere et pulver. Pulveret legges i en støpeform og presses. Formen på hardmetallet blir bestemt etter utformingen på støpeformen. Deretter legges de sammenpressede hardmetalldelene i en sintringsovn som når opp til 1600°C og 2000 bar. Temperaturen i sintringsovnen er langt under smeltepunktet for metallene, men det som skjer er at metallene reagerer og vokser sammen i flere diffusjonsprosesser.

Hardmetallskjær

Figur 4-10 viser et planskjær med hardmetallende. Hardmetallet har utmerket slitasje- og varmeresistans slik at det kan brukes mye lengre enn tradisjonelle brøyttestål. Disse type stål vil naturligvis ligge i en prisklasse høyere enn vanlige brøyttestål.



Figur 4-10: Hardmetallskjær (Entrack, 2022)

4.5 Strø- og sprøytemetoder

I tillegg til de mekaniske metodene for å fjerne snø og øke friksjonen med underlaget så blir det benyttet strø- og sprøytemetoder for å få enda bedre resultater, for selv når snø er blitt fjernet fra overflaten på veier og fortauer kan det etter forholdene fortsatt være utfordringer knyttet til glatt underlag. For å redusere disse partiene benyttes det salting og sanding. Disse har ulike bruksområder ut fra ønsket resultat.

4.5.1 Salt

Salt er i tillegg til de to nevnte mekaniske metodene for fjerning av snø (brøyting og fresing) benyttes det også kjemiske metoder, som salting. Saltet påvirker bindingene mellom snøkrySTALLENE og bidrar med å bryte ned og med å smelte. Den vanligste typen salt som blir benyttet er natriumklorid (NaCl), det er denne som blir benyttet i Norge grunnet lav pris og god effektivitet. De andre typene salter som kan blir brukt er magnesiumklorid (MgCl₂), kalsiumklorid (CaCl₂), kalsiummagnesiumacetat (CMA) og kaliumformat (KCOOH) (Giudici, 2019, s.1) Dette er en metode som blir benyttet i kombinasjon med annen snøfjerningsmetode. Salting brukes i hovedsak for tre ulike hensikter, Anti-ising, Anti-kompaktering eller De-ising. For Anti-ising påføres saltet bar veibane for å unngå fremtidig isdannelse.

De-ising

De-ising er også kjent som å smelte isen. Her er formålet å bryte ned ett allerede eksisterende dekke for å oppnå bar vei.

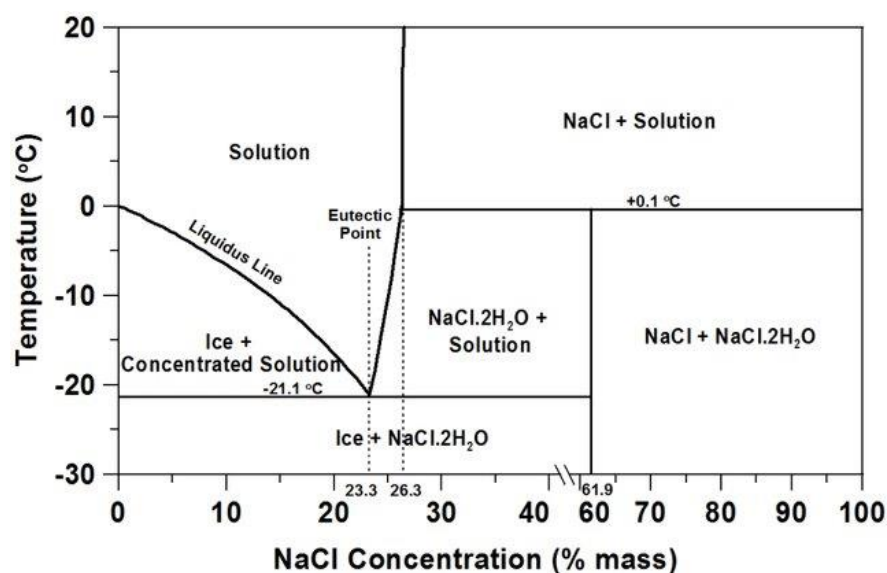
Anti-kompaktering

Anti-kompaktering er at salt spres både før og under snøfall for å gjøre nedfallet mindre kompakt og lettere å fjerne mekanisk ved hjelp av plog. Ved bruk av denne metoden kan, en 2,5-vektprosent-saltløsning brukt før og under snøfall føre til en reduksjon i mekanisk belastning slitasje på 40% (Statens vegvesen, 2015. s320).

Mer om salt

Salt som benyttes er enten tørt salt, fuktete saltkorn, finkornet og fuktet salt (saltslurry) eller en saltløsning. Hovedforskjellene mellom disse er saltkonsentrasjonen, i tørt salt i form av saltkorn er det 100% salt, i fuktet salt er det kun tilsatt litt vann som bare senker saltkonsentrasjonen minimalt og som tillater at saltet fester seg lettere på veibanen. I slurry er det blandet inn vann for å senke konsentrasjonen enda mer og virker enda mer effektivt enn fuktet salt. Til slutt i en saltløsning er saltet er løst opp i vann og det er en enda lavere konsentrasjon, ned til 20-23% vektprosent (Giudici, 2019, s. 9).

Konsentrasjonen som er ønskelig varierer ut fra kulden, kaldere klima trenger en høyere salt konsentrasjon for at det fortsatt skal ha ønsket effekt. En saltløsning vil for eksempel kun være effektiv ned til en spesifikk temperatur, dette vises i figur 10-9, under, der det ved for lav konsentrasjon vil bli igjen saltlake og iskrystaller på den ene siden, og ved for høy konsentrasjon bli liggende igjen saltlake og saltkrystaller. Det er da ønskelig å holde seg over kurven der kun saltlake blir liggende igjen.



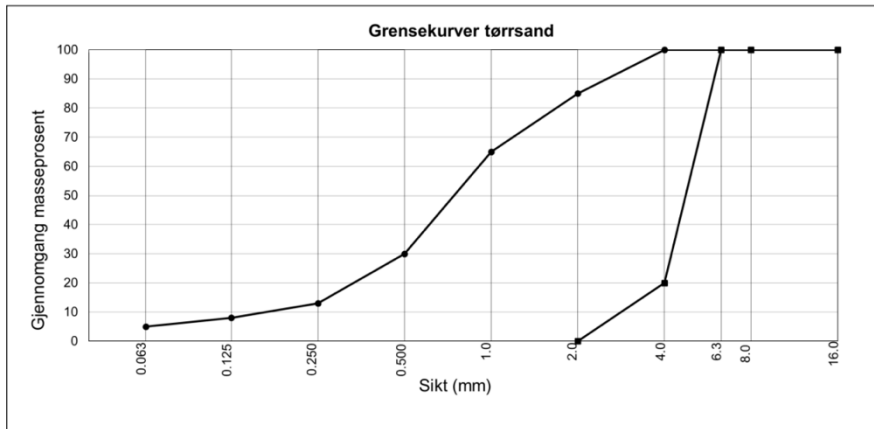
Figur 4-11: Fasediagram, sammenheng mellom saltkonsentrasjon og temperatur (Farnam et al., 2014)

4.5.2 Sanding

Sand og grus blir benyttet som et hjelpemiddel for å øke friksjonen mot underlaget. Hovedforskjellen mellom sand og grus er kornstørrelsen: Grus har en kornstørrelse mellom 2mm og 64mm, mens sand har en størrelse på mindre enn 2 mm og ned til 0,063 mm (NGU, 1954). Dog maksimal steinstørrelse for strøsand er 6mm uansett strømetode (Statens Vegvesen, 2018). I området med tett bebyggelse eller annet kan kontrakter spesifisere at ved tørrsanding må kornstørrelsen være større enn en viss størrelse, for eksempel 0,25 mm. Sanden blir lagd av enten siktet naturgrus eller knuste masser av naturgrus eller fjellmasser.

Tørrsand

Krav til at tørrsand har korngradering mellom øvre og nedre grensekurve. Skal spres med maksimal hastighet 30km/t og strømengde ca. 200g/m².



Figur 4-12: Grensekurver tørrsand (Statens Vegvesen, 2018)

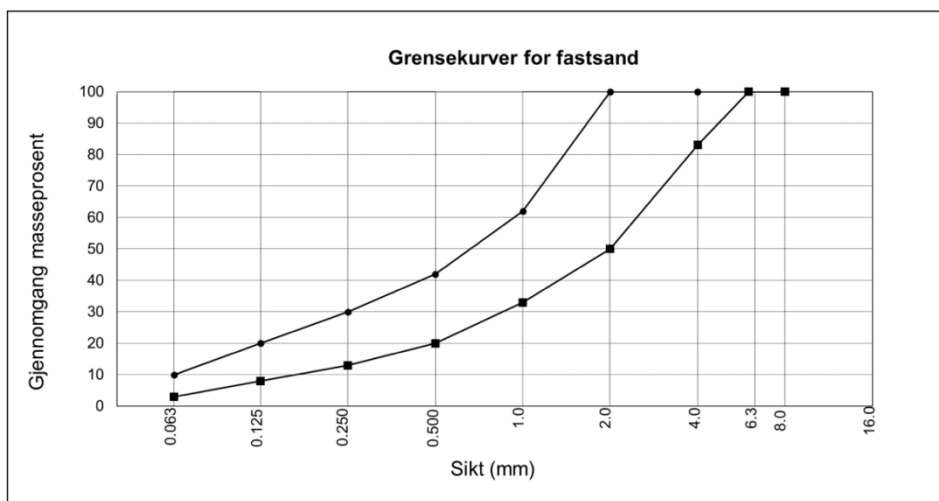
Saltblandet sand

Saltet brukes for å hindre at sanden fryser ved lagring. Mengden salt holdes til minimum ettersom at for mye salt vil gjøre metoden ganske lik salting og kan få uønsket effekter. Vanlig salttilsetning er 1-2%. Metode er lik tørrsand.

Fastsand

Skal ikke inneholde salt, og ligge korngradering ligge mellom øvre og nedre grensekurve. Metoden benytter seg av varmtvann tilsetning ved strøing. Vanntilsetning skal være ca. 30% volum i forhold til tørrstoffdelen. Best effekt oppnås ved 95°C vann. Vil i de fleste tilfeller være bedre enn de andre sandingsmetodene, se Figur 4-14: Her spesielt gunstig å bruke på hard snø eller is underlag. Fastsandmetoden har vist seg å øke friksjon med 0,20-0,30, og kan vare bra lenge. Optimale forhold tilsier at den kan vare over 2000 kjøretøy, og det vil være ganske så mange flere fotgjengere. Varighet påvirkes av mengde trafikk, fart, overflateruhet, vær, overising og bakkestigning.

Vanlig strømengde er 150-200gram/m², og holde farten under 25km/t for best effekt (Statens Vegvesen, 2022).



Figur 4-13: Grensekurver for fastsand (Statens Vegvesen, 2018)

	Fastsand	Tørr- og saltblanda sand
Økning i friksjon (Friksjonstilskudd)	Ca. 0,20-0,30	Ca. 0,10
Varighet av tiltak	Ca. 2000 kjøretøy	Ca. 100 kjøretøy

Figur 4-14: Resultat sanding (Statens Vegvesen, 2018)

4.6 Spredningsmetoder

Det benyttes flere metoder for å spre både sand og salt utover. Sprederen som benyttes er tilpasset etter hvilket strømiddel som benyttes, væske eller pulver/korn (både fuktet og tørr) og kjøretøyet det skal benyttes på. De vanligste å bruke på fortau er bak/frontmonterte og etterhengende sprederer.

4.6.1 Fastsandspreder

Fastsandprinsippet går ut på å blande kokende vann med sanden ved utspreddning på kald overflate slik at sanden smelter inn i overflaten og fryser fast. Man kan se på Figur 4-15: at man benytter seg av flere tanker for å oppbevare de ulike materialene (Vann og sand). Disse blandes i helt i slutten av prosessen før de spres ut av tallerkensprederen bakerst på kjøretøyet. Kan benyttes til sand og salt, med og uten befuktning.



Figur 4-15: Fastsandspreder fortau (Statens Vegvesen, 2018)

Etterhengende spredere monteres som navnet tilsier etter lastekjøretøyet. Det eksisterer i flere ulike størrelser må hengere til traktor til større modeller for lastebiler og opp til trailere. Kapasitet varierer ut fra størrelse på trekkvogn/lastekjøretøyet. Et eksempel på slike spredere er vist i Figur 4-16:.

Tallerkenspreder

I stor grad benytter de fleste spredere teknologien fra tallerkenspredere. På denne typen så blir det brukte strømmiddelet jevnt ført ut på en roterende plate (eller da tallerken som navnet beskriver) ved hjelp av en utmaterskrue. Den roterende platen har flere fastmonterte finner som fordeler mediet jevnt utover veibanen (eller fortauet). Denne roterende platen vises det pil til i nedre av Figur 4-17. Ved å justere hastigheten og åpningen til tallerkenen så vil dekningsområdet for spredning og mengden strømmiddel brukt også justeres. Enkelte modeller har også mulighet for justering av vinkel for utkast og stor grad automatisering av styringen (eksempelvis Tokvam DSM serien), andre større spredere har også eksosoppvarming av strømmiddelet, samt mulighet for tilsetning av vann for å lage en sørpe eller slurry. En effektiv tallerkenspreder kan ha et redusert forbruk på opp mot 30% sammenlignet med en valsepreder. (Tokvam, 2022)



Figur 4-16: Etterhengene slespreder (Sigurd Stave Maskin AS, 2022)



Figur 4-17: Bakmontert tallerkenspreder, med pil som peker på selve «tallerkenen» (Tokvam, 2022)

Valsespreder

Valsesprederen er mer primitiv enn tallerkensprederen. Dens virkemåte er at det en mateskrue som sørger for jevn mating over helle maskinens bredde. Etter at strømiddelet har

passert mateskruen så blir det ledet ut gjennom en vals og sluppet ut på bakken, som vist i Figur 4-18. Utformingen av denne valse vil bestemme mønsteret på det utkastede strømiddelet. På denne typen spreder kan kun hastighet justeres på valse, men utkastingsområde kan ikke endres.



Figur 4-18: Valsespreder (Dalen, 2022)

5 Brøyteresultater og testmetoder

5.1 Mål på gode resultater

En godt brøytet vei skal være fremkommelig til enhver tid og bidra til økt trafikksikkerhet. Hva betyr det? Det kan bety litt forskjellige ting for bilister og fotgjengere; Generelt skal alle veier være fremkommelige for kjøretøy som er normalt utstyrt for vinterkjøring, og gang- og sykkelvei skal framstå som attraktive for fotgjengere og syklister. Hva betyr så det?

Når det kommer til kravspesifikasjonene er kravene fra før allerede strenge nok til at det kan bli logistiske problemer med å skulle for eksempel øke brøytefrekvens/mannskap. Derfor er spesifikasjonene lite endret, men med fokus på å ikke komplisere logistikk for mye.

5.2 Nåværende situasjon

5.2.1 Krav i Steinkjer kommune

I Steinkjer stilles det krav til at kommunale veger skal være farbare for vanlige kjøretøy til enhver tid, og at brøyting av fortau og gang-/sykkelveg skal være minst så bra at fotgjengere ikke velger å gå i kjørebanelen. Dette innebærer å stille krav til når brøyting skal iverksettes, og krav til når det skal være ferdig stilt. Steinkjer har for øvrig ingen friksjonsmåler per dags dato.

Generelt for snøvær setter Steinkjer samme kravene til iverksettelse og fullførelse som Statens Vegvesen:

ÅDT	Start ved snødybde		Ferdig utbrøytet innen	
	Tørr snø (cm)	Våt snø (cm)	Tørr snø (cm)	Våt snø (cm)
0 – 500	6	4	15	12
501 – 1500	4	2	12	8
1501 – 3000	3	2	10	7
> 3000	2	1	7	6

Tabell 5-1: Snøbrøyting iverksetters og fullføres (Vedlegg B)

Ved drivsnø:

ÅDT < 1500	15 cm
1500 < ÅDT < 5000	10 cm
ÅDT > 5000	8 cm

Tabell 5-2: Drivsnø (Vedlegg B)

Snø- og isrydding:

Oppgaver	Krav
Snø- og issåle:	
- maksimal tykkelse:	10 cm
- fjernes innen:	3 døgn
Spordybde:	
- maksimal spordybde:	5 cm
- Fjernes innen:	3 døgn
Siktrydding i veikryss:	
- maksimal snøhøyde:	50 cm
- fjernes innen	1 døgn
Rydding i veikryss innen:	1 døgn

Tabell 5-3: Snø- og isrydding (Vedlegg B)

Strøing:

Vegkategori	ÅDT	Punktstrøing	
		Start ved	Fullføres
Kommunal	0-500	$\mu < 0,25$	4,0 t

Tabell 5-4: Strøing (Vedlegg B)

5.3 Drift og vedlikehold

For at disse kravene skal følges stilles det også krav til at alt utstyr er klart til bruk i fall snøfall. Utstyr må være i stand til bruk til enhver anledning, og derfor er drift- og vedlikeholdsrutiner ekstremt viktige for brøyteutstyret. Det kan bli store konsekvenser for trafikkavviklingen dersom man ikke starter tidlig nok.

Det er førers ansvar før bruk å forvise seg om at kjøretøyet er i forsvarlig og forskriftsmessig stand og at det er forsvarlig og forskriftsmessig lastet. Dette gjøres ved å sjekke bærekjøretøy og plogmateriell før en starter kjøring. Det er fører som har ansvar for det daglige vedlikeholdet som skal gjøres i henhold til instruksjonsboken som følger kjøretøy. Dette kan for eksempel innebære kontroll av drivstoff, olje, spylevæske, slitestål, plog, hjul og varsel-lamper.

5.4 Hva kjennetegner gode brøyteresultater

Hvor godt brøyteresultatet er vil avhenge av hva veiene skal brukes til. Er veiene hovedsakelig brukt av personbiler vil det kunne stilles andre krav enn om det bare er gang- og sykkelveg. Generelle krav til alle veier om vinteren bør likevel stilles og opprettholdes.

5.4.1 Framkommelighet

En av hovedårsakene til at det brøytes om vinteren er for å gjøre framkommeligheten enklere. Det innebærer at snø blir ryddet bort fra veier og at snøen blir ryddet bort til riktig plass i henhold til forurensningsloven. Brøyteinstruksjonen er et veiledende dokument for brøytemannskapet som sier hva maksimal snødybde skal være etter brøyting, samt når brøyting skal iverksettes. Brøytemannskapet kan selv vurdere om det trengs å brøyte mer enn instruksjonen sier hvis de ser at veien ikke er optimal for framkommelighet. Det kan tillates at en snødybde på 2-3 cm er igjen etter brøyting så lenge denne snøen ikke er særlig kompakt. Ved en slik snødybde blir ikke gående med vanlige vintersko våte på beina, og friksjonen mellom gående og underlaget er tilstrekkelig. Strøing eller salting kan også benyttes dersom brøytingen ikke er tilstrekkelig. Tilgjengelighet for kjøretøyene som utfører vinterdrift bør også tenkes på. Det betyr at fremmede objekter som hindrer normal drift skal fjernes slik at driften kan gå som normalt.

5.4.2 Sikt

Det er viktig at brøyting blir utført slik at alle trafikanter får best mulig sikt for å forhindre farlige situasjoner. Det innebærer at brøytekanter og snøhauger ikke kan bli liggende i kryss og svinger hvor det vil komme møtende trafikk. Dette er viktigst ved gangoverganger som krysser hovedvei. Skilt og andre objekter skal heller ikke dekket med snø, og det er viktig at de holdes fri for snø slik at de er godt lesbare.

5.4.3 Drenering

Snø skal ikke ligge slik at overflatevann ikke blir drenert bort. Det innebærer at renner, grøfter og skråninger ikke blir demmet opp av snø og at vannet kan uhindret renne bort.

5.4.4 Kravspesifikasjoner – Brøyting

Kravspesifikasjonene er laget på bakgrunn av Steinkjer kommune sin nåværende brøyteinstruks. Disse kravspesifikasjonene er utarbeidet som anbefalinger til kommunen for å unngå glatte overflater ved brøyting.

	Gang- og sykkelvei	P-plasser	Kommentarer
Snødybde	Følg brøyteinstruks, men kan tillate at det blir igjen 2-3cm for å unngå komprimert snøoverflate.	Følg brøyteinstruks.	Hvis det ikke er mulig å la det være igjen litt snødybde når det brøytes på fortau så må det enten brukes perforert isriverskjær, strøs eller rives opp for å unngå glatte spor hvis de forekommer.
Sikt	Følg brøyteinstruks.	Følg brøyteinstruks.	Har ikke innvirkning på glatthet, men relevant for brøyteprosedyren.
Drenering	Følg brøyteinstruks.	Følg brøyteinstruks.	Kan ha innvirkning på glatthet hvis vann ikke blir drenert ordentlig og fryser på gangarealer.
Strøing	Følg brøyteinstruks. Kan i tillegg vurdere områder med stigning > 3 grader dersom glatt føre, $\mu < 0,3$ (RMT, 2022).	Følg brøyteinstruks. Kan vurdere tiltak ved spesielt glatt føre, for eksempel våt is.	All stigning på glatt føre vil kreve tiltak grunnet fallrisiko. Obs. Kan stå i kontrakt hvilke områder som skal bruke større kornstørrelse grunnet svevestøv.

Tabell 5-5: Kravspesifikasjoner til brøyting

5.5 Testmetoder

For å kvalitetssikre arbeid som blir utført er det viktig å ha på plass en eller flere testmetoder som sikrer at kravene til arbeidet er tilfredsstillende. Per i dag er det ingen universale metoder som fins der det benyttes likt utstyr for hver test som blir gjort. Siden Steinkjer kommune har ansvar for brøyting av både bilveier og gang- og sykkelveier så er det vanskeligere å finne en metode som fungerer like bra for de begge.

Tar man utgangspunkt i de forskjellige kravene Steinkjer kommune stiller til sin brøyting så kan de fordeles i to kategorier, snødybde og friksjon. Det vil si at de starter brøytearbeid når snødybden når et visst punkt, og de iverksetter friksjonsøkende tiltak som strøing hvis friksjonskoeffisienten er for lav.

5.5.1 Håndholdt friksjonsmåler - ASFT T2GO

For gang- og sykkelarealer samt parkeringsplasser vil det være gunstig å kunne bruke en målemetode som er håndholdt og enkel. Da kan man enkelt frakte måleutstyret til stedene man skal teste, utføre testene og raskt gå videre til neste sted.



Figur 5-1: ASFT T2GO ASFT T2GO (Statens Vegvesen, 2018)

Det er urealistisk å forvente at ansatte i Steinkjer kommune skal gå rundt på fortau og utføre friksjonsmålinger, derfor er det best om de som brøyter gang- og sykkelveier har den med i kjøretøyet og utfører stikkprøver etter de har brøytet. På den måten så kan de få en indikasjon på hvor glatt underlaget er og om de må utføre videre tiltak for å redusere glatten.

5.5.2 ViaFriction

ViaFriction er en etthjuls friksjonsmåler som trekkes av et kjøretøy. Den måler friksjonen kontinuerlig mellom målehjul og overflaten. Den kartlegger friksjonen ved å ha fast hastighetsforskjell mellom målehjul og kjøretøy, i tillegg til å ha en fast normalkraft som virker på utstyret. Den har en elektrisk brems som styrer hastighet på målehjulet. Den monteres bak kjøretøy eller tilleggsutstyr og kan brukes derfor på veidekke hvor kjøretøyet kommer til.



Figur 5-2: ViaFriction fra Viatech (Viatech, 2022)

5.5.3 Visuell test

Den mest nyttige testen kan være å faktisk bare teste selv. Gå ut å føle forholdene. Hva ser man? Hvordan ser overflaten ut, hvordan føles overflaten ut, hvilken farge har overflata, hva

er temperaturen ute. For eksempel: Glinsende gjenskinn kan tyde på glatt føre som is, is med vannhinne, eller glatt snø. Dette er da ikke noe man kan sette konkrete tall og verdier til hva som er hva, men «glatt er glatt».

5.5.4 Kravspesifikasjoner – for testmetoder

Testmetodene trenger ikke å være helt nøyaktige, men er ment til å gi veiledende målinger der brøytemannskap eller ansvarlige skal avgjøre om det trengs å strø eller ikke i henhold til brøyteinstruks. Disse kravspesifikasjonene er utarbeidet som veiledning for kommunen til å teste for hvilke brøytebehov som eksisterer.

Hensikt	Håndholdt friksjonsmåler	ViaFriction	Visuell test	Kommentar
Omgivelser	God sikt til andre trafikanter. Helst jevnt underlag.	Kjørbar vei	Fortau tilgjengelig i greit lys.	Ved visuell test: Se etter skinnende/glitrende overflate eller speilende vannhinne.
Fart	Gangfart	Fartsgrense	Stillestående til gangfart	
Kjøretøy	Ikke relevant	Uavhengig	Ikke relevant. Evt. sko	
Pris	Ca. 120.000kr	Estimert minst 200.000kr	0kr	Estimat basert på andre modeller på markedet

Tabell 5-6: Kravspesifikasjoner for testmetoder

5.6 Kostnader for skjær og sand

5.6.1 Skjær

Markedet er ikke nødvendigvis så lett å navigere, og man finner ikke alltid svarene man leter etter. Her er et utvalg av priser fra nettet som kan gi lite innblikk i det økonomiske.

Produsent	Type skjær	Hardhet [HB]	Lengde [mm]	Pris inkl. MVA [kr]
Felleskjøpet	Plant utannet	500	1525	1475,-
Felleskjøpet	Perforert isriver	500	1525	2133,-
Felleskjøpet	Buet isriver	500	1525	1859,-
Dryg	Plant utannet		1520	1188,-
Dryg	Perforert isriver		1520	2200,-
Bulder	Plant utannet		1520	1103,-
Bulder	Plant isriver		1520	1485,-

Tabell 5-7: Pris brøyteskjær

Som vi ser så er det planskjær som er det billigste hos de utvalgte leverandørene, og perforert isriverskjær som er det dyreste.

5.6.2 Sand

Når det kommer til sandutgifter er de i mindre grad varierende.

Produsent	Størrelse [mm]	Mengde [kg]	Pris inkl. MVA	Pris per kg	Pris per m ²
Grusbutikken	0-4	1000	3000 NOK	3 NOK	0,60 NOK
Adda	0-4	25	68,95 NOK	2,8 NOK	0,56 NOK

Tabell 5-8: Pris sand

Prisene kan virke små, men det blir fort en del da det skal gå 200g/m².

5.6.3 Hva betyr disse kostnadene for Steinkjer

Steinkjer har som ansvar å brøyte store områder i kommunen over vinteren og dette kommer ikke uten slitasje på utstyret. De ser på 100.000 kr/år i utgifter til brøytetål i tillegg til ca. 100.000-200.000 kr/år i annet brøyteutstyr, hovedsakelig ploger og fres. Hvis vi gjør et grovt estimat kan vi si at snittpris for skjær blir 1500 kr/stk basert på utvalget i Tabell 5-7:. Med dette kan vi estimere årlig forbruk på 65 skjær for Steinkjer.

6 Utvikling av alternative brøytemetoder, -utstyr, -prosedyrer og konsekvens for utstyret

Mulige årsaker til farlig føre langs gang- og sykkelveg er nå kartlagt og vi kan se nærmere på hvilke løsninger som kan benyttes.

Under dette oppgavepunktet har gruppen valgt å fokusere på alternative metoder, prosedyrer og konsekvenser for utstyr hvis det kun blir brukt på gang- og sykkelarealer. Det gjør vi for å begrense omfanget av punktet slik at vi får fokusert på områder der det oppstår skader.

6.1 Metoder

6.1.1 Høyere innstilt plog/skjær ved brøyting

Ved brøyting ønsker man kanskje å ta mest mulig mens man først kjører over et område slik at man ikke trenger å umiddelbart ta en ny runde dersom det er tungt snøfall. Dette er forståelig og fornuftig, men som skrevet tidligere kan det finnes en sammenheng mellom brøytingen og det farlige føre. Snøen kan som følge av brøytingen bli hard og glatt å gå på. Dette kan komme som årsak av komprimering, varmeutvikling av friksjon eller begge deler samt andre faktorer. Ved å stille ploegen slik at man legger igjen 2-3 cm snø så vil man ikke komprimere snøen som ligger igjen like godt, og da i teorien gjøre det mindre glatt.

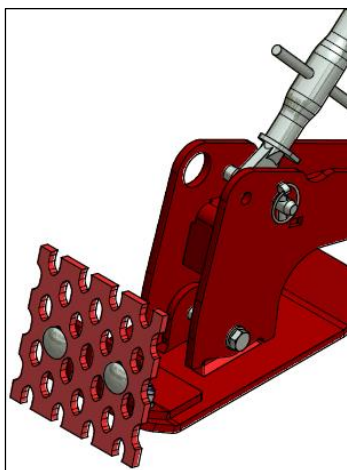
6.1.2 Hyppigere strøing

Hvis det skulle vise seg at andre brøytemetoder ikke fungerer som i teorien, så kan et alternativ være å strø oftere og mer. Strøing gir ikke bare umiddelbare resultat. Det vil legge seg og bli komprimert ned i isen og snøen og ligge der til det enten kommer ny snø eller bli brøytet bort. På den måten kan det hende at man ikke trenger å strø hver dag, spesielt i mildværsperioder. Har man utstyr for strøing bak på brøytebilen kan man selv bestemme når man vil strø slik at veistrekkene som er mest glatte blir strødd umiddelbart. Det vil jo selvsagt kreve mer ressurser i form av sand eller grus og utstyret for å få strødd det utover, men det vil ikke ha en direkte innvirkning i hvordan man utfører selve brøytingen. Siden man vil strø oftere trenger man ikke å stille krav til friksjonskoeffisient så lenge det er strødd på gang- og sykkelarealer. Skulle det vise seg at å strø alle fortau vil ta for lang tid eller kreve for mye sand så kan man snevre det inn til å strø de mest trafikkerte fortauene som i sentrum, rundt skoler og offentlig bygg, og strø etter behov på resterende områder, da naturligvis med krav om friksjonskoeffisient $< 0,3$ ifølge nåværende brøyteinstruks.

6.1.3 Bakmontering av ekstrautstyr ved brøyting

Skjær

Gitt at en skal fortsette utførelsen slik som i dag og fortsatt ender opp med glatt føre langs fortauene kan man vurdere å sette på ekstrautstyr. For når snøen/isen først er blitt glatt, så må en prøve å minske skadene. Dette kan gjøres ved å lage mønster eller spor i overflata som kan bidra til bedre grep for gående og syklende. Brøytes det med fres så kan det fungere å montere på perforerte isriverskjær bak slepeskoene for å forsøke å rive opp den glatte overflaten som blir lagt igjen. Utfordringene rundt dette handler i stor grad om kjørehastighet og slitasje; Skjærene må søke i snøen for å utforme mønster i den og dermed må kjørehastigheten senkes, og siden skjærene søker utvikles det stor friksjon mellom skjær og underlag og man opplever slitasje og må bytte regelmessig.



Figur 6-1: Slepesco med påmontert perforert isriverskjær (Duun, 2022)

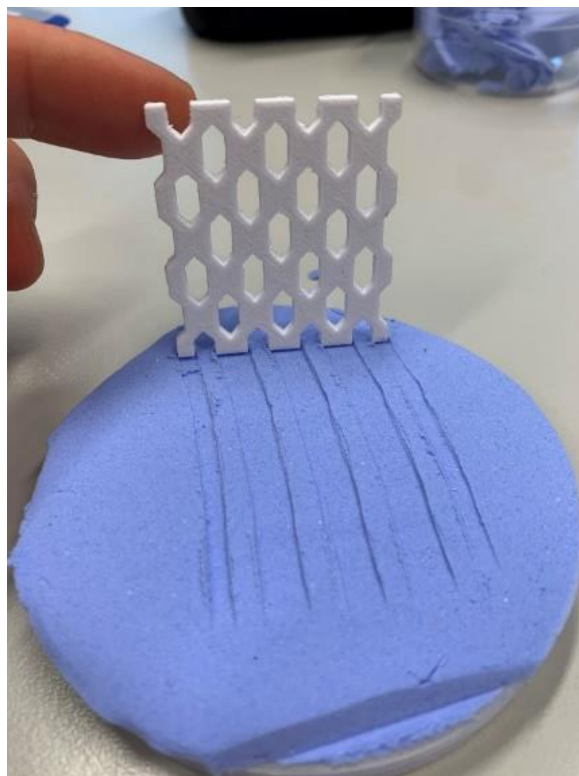
Figur 6-2 og Figur 6-3 er ment til å gi en oversikt over hvordan det perforerte isriverskjæret ville revet opp sporet etter slepeskoen. Vi brukte noe som ligner kinetisk sand som underlag, bare litt mer deigete slik at vi fikk enklere komprimert det og formet det litt som vi ville. Hovedgrunnen til at vi valgte akkurat dette materialet var for å få det til å ligne mest mulig på komprimert snø.

Slepbar opprasper

Her er ideen gruppen kom frem til en blokk som er festet til slepeskoen/fresen gjennom en hengsel. Blokken har gjennomgående, utbyttbare, stykker med armeringsjern som vil bidra med å raspe opp etter slepeskoen. Armeringsjern ble valgt på grunn av at disse stykkene vil bli de eneste delene som har kontakt med bakken og dermed slites. Armeringsjern er lavt priset, så selv med hyppig utskifting vil driftskostnadene holdes nede.



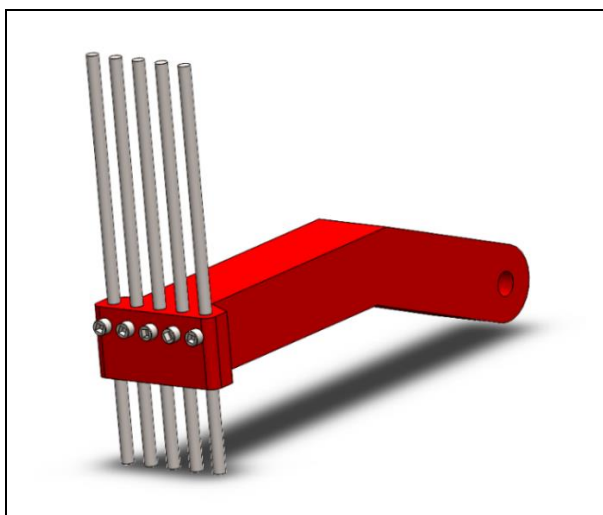
Figur 6-2 Spor etter 3D.printet, perforert isriverskjær



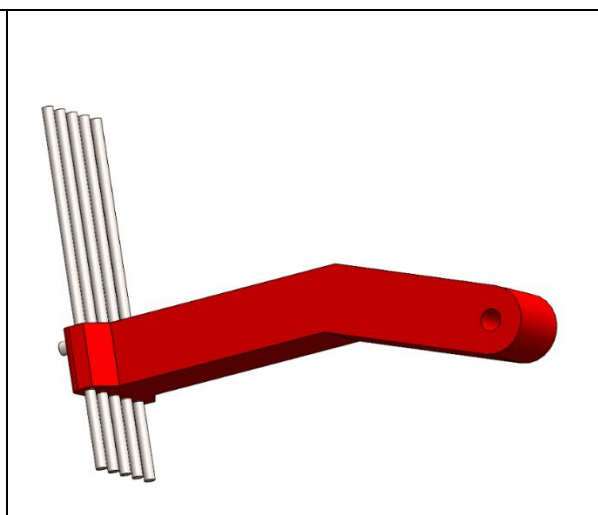
Figur 6-3 Spor med bilde av det 3D-printede perforerte isriverskjæret

Tanken er at denne blokken ikke kommer til å påvirke resten av kjøretøyet grunnet relativt lav egenvekt. Skruene er ment til å kunne holde på plass armeringsjernet, men ikke ta for stor belastning når det brøytes. Det unngås ved at hele blokken henger i et hengsel slik at slag og andre sterke rykk ikke blir dempet av blokka, men bare bruker kraften til å hoppe i det øyeblikket slaget inntreffer. Siden armeringsjernet skal ligge i sporet til skoen så vil det sjeldent inntreffe store slag og rykk. Det ble laget en 3D-modell av hvordan en slik oppskraper kan bli seende ut, modellen vises nedenfor i Figur 6-4 , Figur 6-5 og Figur 6-6.

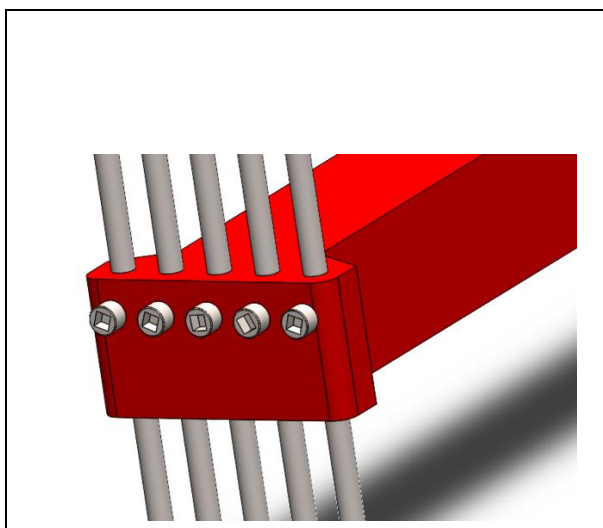
Figur 6-7 viser hvordan slepesko sporet kan bli revet opp av en opprasper. Sporene er laget med en penn og vil derfor ikke være helt lik hvordan fem rette biter med armeringsjern ville raspet opp, men bildet er ment for å gi en illustrasjon av hvordan det ville ha sett ut.



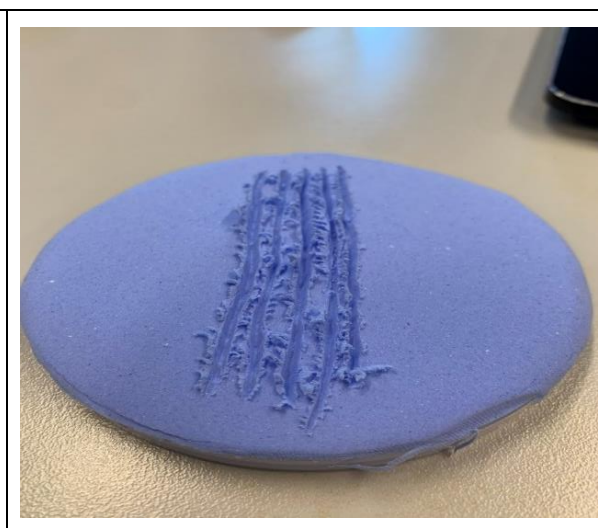
Figur 6-4: Oversiktsbilde over en 3D-modellert slepbar opprasper



Figur 6-5: Slepbar opprasper sett fra siden



Figur 6-6: Festningsmåte for armeringsjern på slepbar opprasper



Figur 6-7: Spor som simulerer en slepbar opprasper

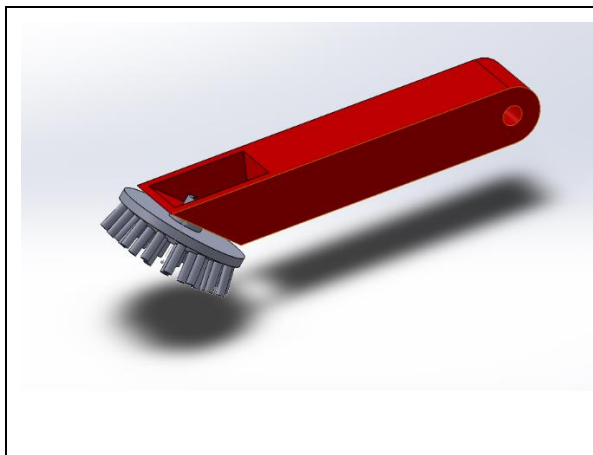
Kost

Et annet alternativ som kan få revet opp de glatte sporene etter brøyting er å montere på en kost som det er på feiebiler. Utfordringen vil være å finne robuste koster som ikke brytes ned umiddelbart og som er enkle å implementere på et brøytekjøretøy. Et eksempel på en slik kost er Figur 6-8: nedenfor.

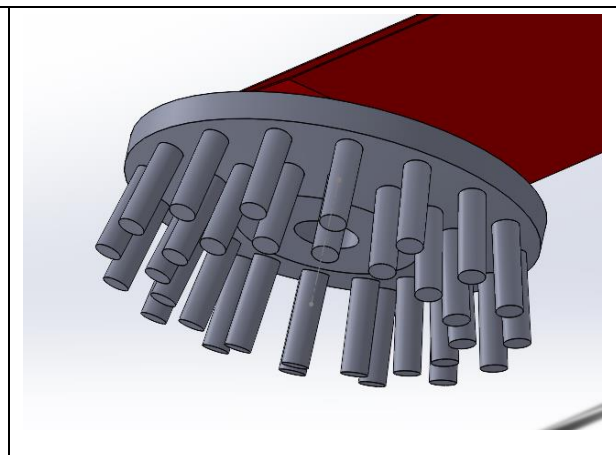


Figur 6-8: Ugressbørste med utskiftbare stålwiretotter (CleanPro AS, 2022)

Her er det også mulighet for enten fastmontert eller en med mulighet for rotasjon. Rotasjon er ønskelig for å få snøen ut fra børstehodet. Med rotasjon kan enten kosten rotere på egenhånd ved å utnytte monteringsvinkelen og kjøretøyets bevegelse, eller kan kosten utstyres med mekanisk drift. I Figur 6-9, Figur 6-10: og Figur 6-11: vises det et konsept for en etterhengene kost.

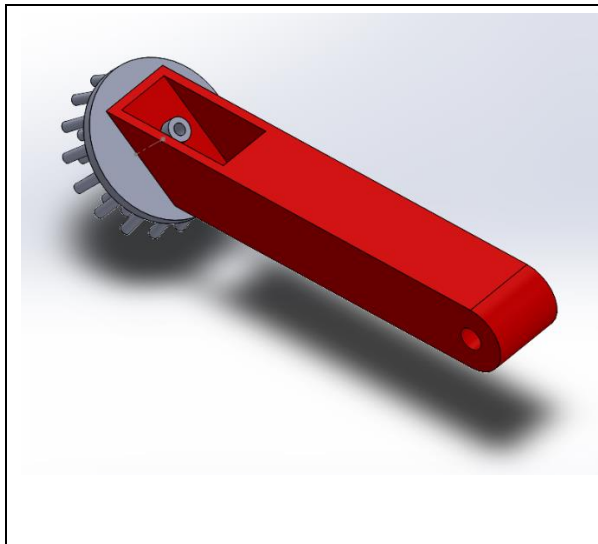


Figur 6-9: Oversiktsbilde over en 3D-modellert slepbar kost

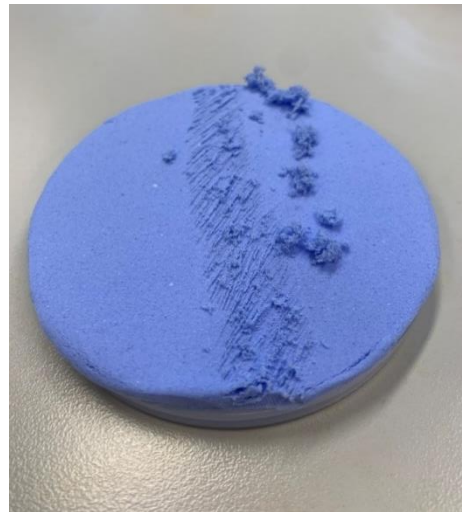


Figur 6-10: Nærbilde 3D-modellert kost

Figur 6-12: viser hvordan slepeskossporene kan bli seende ut hvis det blir montert på en kost bakerst på brøytemaskinen. Sporene i bildet er laget med lett trykk fra en mekanisk blyant og vil derfor ikke representere helt nøyaktig hvordan en vegkost ville laget sporene.



Figur 6-11: Slepbar kost sett ovenfra



Figur 6-12: Spor som simulerer en slepbar kost

6.1.4 Begrensninger

De metodene vi har sett på og skrevet om har vi prøvd å lage så billig og enkel som mulig. Både for brukervennlighet og med tanke på konsekvenser for resten av konstruksjonen. Vi føler derfor det ikke er hensiktsmessig å beregne styrke- eller utmattingsbegrensninger i noe av utstyret fordi de løsningene vi har kommet med vil ha neglisjerbare virkninger på resten av utstyret det er montert til. Samtidig som at ingen produsenter oppgir nøyaktige tall på sine freser og ploger slik at alle beregninger ville vært basert på grove antakelser, både om krefter fra snø som blir brøytet og om material og dimensjoner som kan være relevant for å få til utregninger som ville gitt resultater verdt å ta med videre.

6.1.5 Tilleggsløsninger - Strøing

Skulle forslagene over mot formodning være uønskede, tungvint eller gi dårlige resultat fins det fortsatt tilleggsløsninger som kan benyttes: Strøing og salting. Salting blir dog sett på som svært uønskelig ettersom det virker negativt på miljøet rundt og kan skade utstyr. Sanding har et bedre rykte og kan benyttes ganske effektivt spesielt på fortau, men må ryddes unna tvert snøen forsvinner for å unngå mest mulig svevestøv.

Fastsand har vist seg å gi best friksjonsøkning over lengst tid (Se Figur 1.2: Friksjon fastsant). Her kan vi anta hvis sanden holder til passeringer av 2000 kjøretøy vil det bety betydelig flere passeringer av fotgjengere og syklistere slik at det behøves strøs sjeldnere så lenge det er oppholdsvær. For anbefalt strøingsprosedyre se 4.5.2 om sanding.

6.2 Prosedyrer

Som nevnt tidligere har Statens Vegvesen flere krav som stilles til vegbrøytingsprosedyrene. Ettersom at disse kravene skal følges, så kan ikke gruppa anbefale noe som skulle være motsigende med dette; Da må anbefalingene heller være sterkere enn de fra Statens Vegvesen.

Hensikten bak prosedyrene gruppa skriver om handler i stor grad om sikkerhet til fotgjengere, effektivitet og logistikk. Man ønsker ikke å komplisere situasjonen, men skal ting bli bra nok kan det være behov for å bruke mer ressurser.

6.2.1 Innrapportering av hendelser

Implementering av et system for rapportering hvor og når folk har falt kan gjøre det enklere for kommunen å teste de områdene det gjelder for å se om tiltak er nødvendig. Hvis de ser at fall på noen bestemte strekninger skjer hyppig så kan de på forhånd vite under neste brøyterunde at det må strøs eller gjøres andre tiltak for å redusere fall og eventuelle skader.

6.2.2 Hastighet

Kjørehastighetene til brøyteutstyr skal ikke overgå overordnede trafikkreglement. I henhold til trafikkregler under forskrift om kjørende og gående trafikk §13.1 står det at:

“Kjørende må kunne stanse på den vegstrekning som den kjørende har oversikt over, og foran enhver påregnelig hindring.” (Forskrift til trafikkregler, 2021)

I tillegg sier §13.3, under samme forskrift, at:

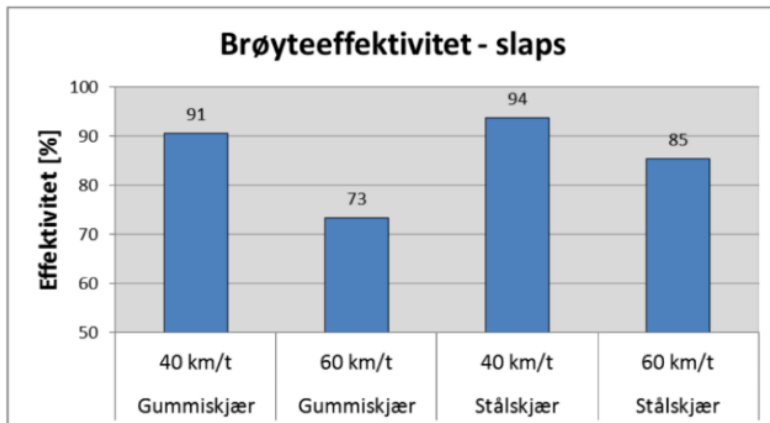
“På gågate eller gatetun må det ikke kjøres fortere enn i gangfart.” (Forskrift til trafikkregler, 2021)

Det gjør i stor grad at brøytemannskap må tilpasse farten på gangfelt etter forholdene uansett brøytemetode, og at brøytingen blir igangsatt i god nok tid til at fortau er ferdig brøytet innen fastsatt tid i brøyteinstruksen.

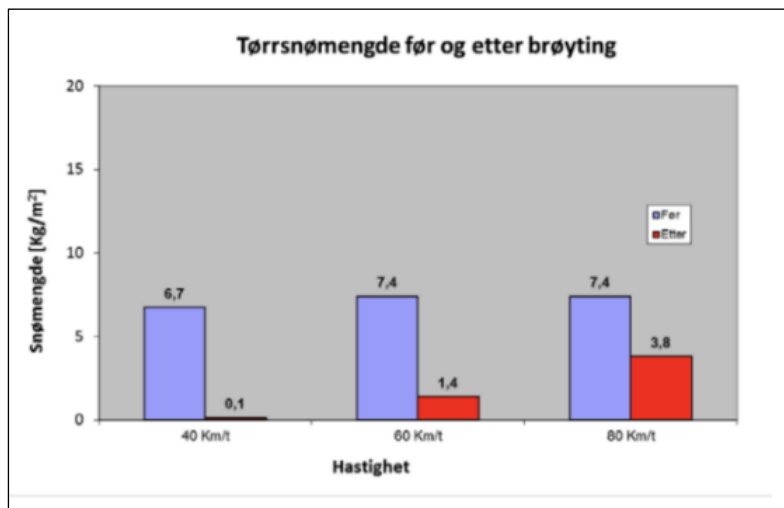
Selv om det ikke er spesifikke krav utenom trafikkreglene har Statens Vegvesen utført tester som viser til foretrukne kjøreprosedyrer som de anbefaler. Som man kan se i figurene under viser kjørehastigheten å være gunstigst i lavere enn 40km/t. Dette er da maksimal farten Statens Vegvesen anbefaler fordi at der oppnår man høyest effektivitet av brøyteutstyret.

Ved brøyting av området hvor det kan være gående til stede vil ønskelig fart være nærmere gangfart; Dette for å unngå eventuelle uventede møter i uoversiktlige områder. Dødsrisikoen

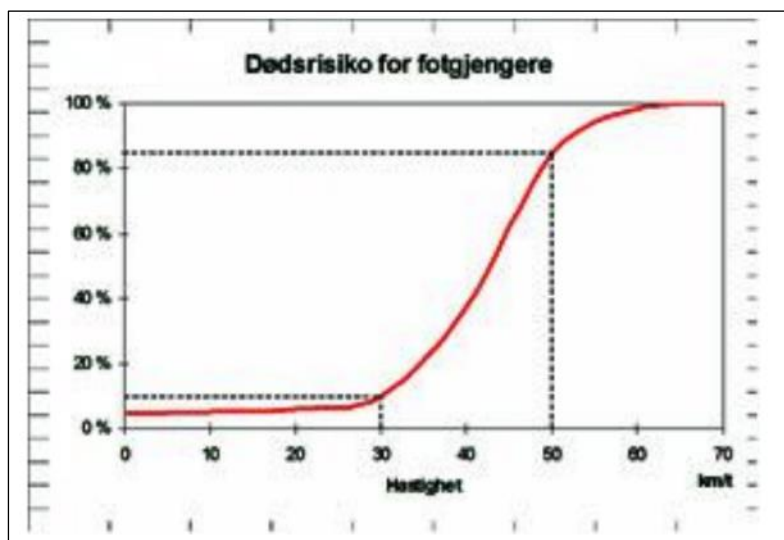
for fotgjengere i møte med kjøretøy er rundt 10% ved 30km/t, og øker betraktelig til 100% ved 60km/t (Statens Vegvesen, 2018).



Figur 6-13: Brøyteeffektivitet slaps



Figur 6-14: Tørrensømengde før og etter brøyting



Figur 6-15: Dødsrisiko fotgjengere

6.2.3 Brøytefrekvens

I Steinkjer kommune sin nåværende brøyteinstruks står det at brøyting på gang- og sykkelareal skal skje såpass hyppig at gående ikke velger å bruke kjørebanelen. Brøytes veibanen og fortau samtidig så vil forholdene være tilnærmet like, og det skal ikke være en god grunn til å gå i kjørebanelen med mindre det er glatt. Derfor så må det stilles krav til strøing hvis friksjonskoeffisienten mellom fortau og person er $\mu < 0,3$. Det betyr også at Steinkjer kommune må utføre friksjonstester på gang- og sykkelarealer for å kunne vite når de skal strø. Setter man like krav til snødybde før brøyting skal iverksettes for både kommunale veier og fortau så vil det sørge for at de begge brøytes samtidig som gjør at Steinkjer ikke trenger å følge med på de forskjellige forholdene. Kravene som står i nåværende instruks, er rimelige både for veier og gang- og sykkelarealer så lenge gående er skodd for vinterføre.

6.3 Konsekvens for utstyret

Uavhengig av om utstyret brukes korrekt eller om det brukes på uegnet måte, vil det oppleve slitasje fra bruk. Brøyteskjærene er delen som må gjennomgå mest fra brøytingen ettersom den er under konstant press og hele tiden i kontakt med underlaget. I prinsipp vil skjær på for eksempel plog søke mot underlaget på grunn av vektfordelingen. Det vil også oppstå varmeutvikling basert på kjøling i snø/vann. Man opplever vanligvis temperaturer mellom -15°C - 0°C om vinteren i Steinkjer, som betyr at snøen kan variere mye mellom hver gang det brøytes. Slaps tillater høyere kjørehastighet på grunn av effektiv kjøling fra slapsen, mens lett snø i minus 12-15 grader gir nesten ingen kjøling fordi det er et lavt vannivå i snøen. I tillegg kan utstyr også oppleve korrosjon i områder hvor det saltes.

7 Metoder benyttet i oppgaven

7.1 Innledning

Gruppas ønske var å jobbe med oppgaven både teoretisk og praktisk i form av å gjøre vitenskapelige forsøk og finne relevant teori fra forskjellige kilder. Det hørtes ut som den beste måten å arbeide på da man får litt variasjon i arbeidet og kan generere egen innsikt og kunnskap basert på forsøkene man gjør og ikke bare hente fra internett eller bøker. Selv om vi ønsket å gjøre forsøk, så var vi bestemt på at det skulle holdes et høyere fokus på kvalitet enn kvantitet og utføre forsøkene i henhold til vitenskapelig metode.

7.2 Datainnsamling

Internett er en enkel og lett tilgjengelig plass. Der har vi hentet inn det meste av teori fra forskjellige relevante sider, artikler og skrifter, og sikret oss om at de har kredibilitet og at det som står der er sant. I tillegg så kan man søke på flere språk slik at man kan se hvordan andre land kanskje har løst problemer eller generelt hvordan de holder vinterdriften sin. Måten vi godkjenner forskjellige kilder avhenger av forfatter, innhold i teksten og om det som står der gir mening.

Det er mange produsenter, leverandører og firma som har nettsider med relevant informasjon om brøyting. Man kan ikke stole blindt på at det de skriver er korrekt fordi de vil jo først og fremst selge produktet sitt, men finner vi sammenlignbare tekster fra forskjellige produsenter er det et godt tegn. Samtidig er det enkelt å finne e-post adresser eller telefonnummer som man kan kontakte produsenten via, og på den måten skaffe svar på eventuelle spørsmål man har.

Privatpersoner som har lagt ut artikler er vanskeligere å kvalitetssikre. Det vi har gjort er å søke opp forfatterens navn for å se om vi finner hvilken faglig utdanning og bakgrunn vedkommende har i tillegg til å bedømme om forfatteren har rett kompetanse. En annen ting man kan se når man søker opp navn er om forfatteren har skrevet flere artikler om samme emne. Det er ofte en indikator på at det som står i kilden kan være troverdig. Vi har forsøkt å unngå artikler der forfatter er anonym, fordi da får vi ikke søkt opp navnet og lest om bakgrunnen til vedkommende.

Til slutt så er det hva vi som gruppe samler inn av data. Vi har gjort egne forsøk og vært på befaringer til brøytemannskap for å se på utstyret deres og fått snakket med de direkte. Det er brøytemannskapene som har gitt oss dybdekunnskap og innblikk i hvordan de brøyter fra dag

til dag. De vet best om når man skal bruke forskjellige brøytestål, hvordan utnytte de maksimalt og de kan mye generelt om maskinene og utstyret.

7.2.1 Hvorfor valgte vi disse metodene?

Denne måten å samle kunnskap på er noe de fleste er kjent med og har lært opp igjennom skolegangen og universitetsutdanningen. Det er en metode som er ganske trygg med tanke på at man får samlet seg en rekke forskjellig relevant teori fra internett, men samtidig kan spe på med ekstra kunnskap generert fra egne erfaringer og svar fra produsenter.

7.2.2 Hva er styrkene og svakhetene ved disse metodene?

En av styrkene til disse metodene er at man finner mye lett tilgjengelig informasjon på ett sted. Informasjonen er ikke gjemt bak noen betalingsmurer eller tidkrevende å finne, og man kan enkelt søke opp med andre søkeord for å få opp forskjellige relevante sider.

Det finnes mange leverandører og produsenter å hente nødvendig informasjon fra. Brøyteutstyr er noe mange rundt om i verden trenger og det medfører at markedet er utbredt med mange forskjellige kontaktpersoner til enhver bedrift. Selv om disse ikke nødvendigvis sitter på all informasjon vi ønsker, så kan det hende de henvender oss videre til noen som kan hjelpe oss. Det lønner seg da å få utnyttet dette enorme nettverket med folk som sitter på mye kunnskap.

En av svakhetene med metodene er at det kan være tidkrevende å få verifisert at informasjonen man mottar eller finner er nøyaktig. Man kan ikke bare gå ut fra at alt som blir sagt og skrevet er sant. Dermed medfører det mye ekstra arbeid i bakgrunnssjekk på forskjellige folk og bedrifter samt sjekke at informasjonen de gir ut kan ligne på noe annet et fra noen andre.

7.3 Den vitenskapelige metoden

I utføring av forsøk og trekking av diverse konklusjoner har gruppa benyttet seg av den vitenskapelige metoden. Denne går utpå å trekke konklusjoner basert på fysiske bevis. Mer spesifikt ble forsøket utført med bakgrunn i hypotetisk deduktiv-metode; Her tar man utgangspunkt i en hypotese og bruker deduksjon for å bekrefte sammenheng. Argument her følger at hvis X er sann, så er Y sann fordi Y er en logisk følge av X. Det er ytterst viktig at hypotesen er falsifiserbar; det vil si man må kunne bevise at hypotese er feil om den ikke stemmer med resultatene (SNL, 2019).

8 Drøfting og evaluering av resultat

8.1 Innledning

Å brøyte slik at det blir liggende igjen 2-3 cm har vi fått hørt av brøytemannskap er nesten umulig. Ingen i vår gruppe har noe kunnskap om brøyting eller har brøytet før, derfor har vi ingen relasjon til selve arbeidet, som medfører at vi ikke kan si med en gang om en mulig løsning er realistisk eller bortkastet. Vi føler uansett det er verdt å nevne løsningen fordi den er et resultat av et forsøk gruppa gjorde.

Det finnes mange andre brøyteskjær enn de som er nevnt i oppgaven. Blant annet skjær med gummilag ytterst og tannet planskjær for å nevne noen. De har alle sine egne bruksområder, men da gruppa var på befaring hos Steinkjer kommune så var det planskjær, perforert isriver-skjær og isriverskjær vi så. De viste oss noen tannete planskjær, men sa at de brukes sjelden fordi tennene på de slites for fort til at de vil bruke de som et alternativ. Vi har valgt å nevne de typene stål vi vet Steinkjer kommune bruker i sin vinterdrift for å relatere oppgaven mot dem, men hadde kommet med anbefalinger om andre brøytestål hadde vi funnet ut av at noe passer bedre.

Kravspesifikasjonene som gruppa har laget for å oppnå gode brøyteresultater inneholder ikke mer enn det absolutt nødvendige. Krav til utstyr og fører av brøytekjøretøyene må også stilles, men vi har valgt å la være fordi det er lover og standarder lagt til rette av større, nasjonale og internasjonale organ, som må følges, og vi følte at det ikke ville være effektivt og lurt å bruke en del av tiden til oppgaven for å lese oss opp på lover og standarder som vi antar og håper ansatte i Steinkjer kommune har kjennskap til fra før.

Testmetodene vi har foreslått er på bakgrunn av at Steinkjer kommune ikke har noen friksjonsmåler per dags dato, men likevel oppgir i brøyteinstruks at strøing skal iverksettes når friksjonskoeffisient er mindre enn 0,25. Vi fant derfor fram ulike alternativ som skal kunne gjøre det mulig for Steinkjer kommune å gjøre beslutninger basert på testing av underlaget. Det knyttes også litt sammen med rapporteringssystemet vi foreslår. Selv om vi i gruppa per dato ikke har kunnskap om hvordan slik rapportering kunne foregå, så kan det være en mulighet for kommunen å se på det for å kunne motta tilbakemeldinger på hvilke områder som er glatte, og dermed kunne teste de områdene med en eller flere av testmetodene for å avgjøre om tiltak trengs.

8.2 Resultatene av gruppens arbeid

8.2.1 Bakmontert skjær

Denne ideen er ikke ny og har blitt eksperimentert med av blant annet produsenten Duun. Siden denne løsningen i stor grad baserer seg på å benytte eksisterende løsninger på en ny måte, ved å bruke utsnitt av et perforert isriverskjær, og det kun trengs lage en brakett som passer slepeskoen, vil dette redusere utviklingskostnadene. Spesielt med bruken av en eksisterende type skjær vil det være mulig med større grad av sikkerhet å vite hvor fort den vil slites ned.

Slitasjen er også det største problemet med denne løsningen, ettersom skjæret må justeres, direkte på slepeskoen, for å oppnå god kontakt med bakken og at føreren/operatøren må være oppmerksom på at skjæret fungerer slik det skal. En ulempe med denne løsningen er at skjærene den bruker må spesialproduseres. Ut fra prisene vi har sett for perforerte isriverskjær vil disse mindre utgavene fortsatt ha en betydelig pris.

8.2.2 Opprasper

Ut fra den lille testen som ble utført på den kinetiske sanden så vil denne enheten ha et mer aggressivt mønster og oppskraping av underlaget. Om den skraper for kraftig så vil både underlaget få en større belastning og slitasje, samt at benyttet material slites ned fortere. Siden slitematerialet er kun stykker med armeringsjern så er løpende kostnader lave ettersom prisen på armeringsjern er lav. Hvor fort disse metallstykkene slites ned er vanskelig å vite, og om de slites for fort ned så vil det fort brukes mye unødvendig tid på å mate på med mer materiale.

Lengden armeringsjernet bør stikke ut av hovedkonstruksjonen er også ukjent der balansen må finnes mellom tid før den må justeres på nytt og hvor lange «tennene» kan være før de risikere å bli bøyd eller knekt under bruk. Med dette i tankene kan ikke materialet benyttet være for mykt for da vil det enkelt bøyes, men heller ikke for sprøtt da dette kan føre til at «tennene» knekker.

Siden denne løsningen baserer seg på at «tennene» er vinklet for å grave seg mest mulig ned i underlaget kan det også by på utfordringer knyttet til rygging. Dette kan løses med å utstyre opprasperen med en hevemekaniske. Denne hevemekanismen bør være hydraulisk eller elektrisk for å føreren av kjøretøyet kan heve og senke denne innenfra kjøretøyet.

Et alternativ til armeringsjern kan være rektangulære emner av et sterkere materiale som festes på samme måte, men som vil slites saktere, dette vil da komme på bekostning av en vesentlig høyere pris.

8.2.3 Kost

Bakmontert kost er også et alternativ til etterhengende skjær og oppskraper. På testene vi gjennomførte på den lilla tørr-leiren etterlot børsten seg et finere og tettere mønster enn de andre to løsningene. Dette ser fint ut å gå på, men en utfordring er om det er dype nok spor. Spørsmålet er om sol og temperatur vil føre til at så fine spor vil forsvinne og bli glatt igjen, med andre ord, er det aggressive nok spor? Dette vil kreve testing for å vurdere hvilken egenvekt som kreves for å få kostene dypt nok i overflaten til at det etterlater et spor.

En annen utfordring knyttet til denne ideen er å finne børster som har lang levetid. Slitasjen på en børstetupp, selv om den er konstruert av stålwire vil slites ut, spesielt om den drar seg gjennom snøsålen og ned på asfalten. Her kommer også egenvekten av børsten inn i bildet, og om det trengs en større kraft ned i underlaget så vil dette også resultere i høyere slitasje på børsten. Enda en utfordring vil være å forhindre oppklumping av snø i børstehodet, en oppsamling her vil trolig redusere effekten av børsten betydelig.

I tillegg så er det utfordringer knyttet til bevegelsen knyttet til børstehodet. Om børsten er montert på en slik måte at den blir selvroterende, eller om den krever ekstern mekanisk kraft så er det flere bevegelige deler som kan ende opp som svake punkter og feile.

8.3 Økonomisk vurdering av forslagene

8.3.1 Brøyteskjær

Tidligere i oppgaven gjorde vi noen grove estimater på prisen rundt brøyteskjær, og rundt pris for fallskader. Kostnadene for brøyteskjær per nå er 100.000 kr hvert år. Estimerte utgifter for sykehuspasienter som følge av fallskader er 85millioner kr hvert år, og ved lik fordeling over landet fikk vi 350.000kr i årlige sykehusutgifter kun i Steinkjer. Disse estimatene tar ikke hensyn til andre økonomiske utgifter som for eksempel sykepenger, legevakt og vikariat. Kort sagt vil det si at det ligger en del utgifter rundt fallskader som hvis unngås heller kan benyttes til nødvendige brøyteutstyr. Tallene rundt spesifikt kommunale utgifter rundt temaet var vanskelig å finne.

8.3.2 Sand

Som tidligere regnet ut får vi en snittpris på 0,60 kr per m². Dette høres lite ut, men la oss ta et kjapt regnestykke. Kongens gate i Steinkjer er ca. 1km lang med fortau på begge sider som antas å være 2,5 m bred. Dette gir 5000 m² med fortau. Til prisen gitt over blir det altså å gå 3000 kr for innkjøp av sand til Kongens gate. Som vi ser vil dette bli en betraktelig mengde ganske fort, og har så klart også andre utgifter i tillegg. Da kan det være nødvendig å vurdere hvor man skal strø. For eksempel har vi funnet at all form for stigning gjør det betydelig verre å være fotgjenger i vanlig vintersko. Da kan man passe på å strø hvor det er bakker og fortau med stigning. Der hvor det er flatt viser det seg å være enklere for vanlig vintersko å holde grepet, så man kan vurdere nødvendigheten rundt strøing.

8.4 Metodikk

Når man skal tilegne seg helt ny kunnskap innenfor et nytt område trengs det alle ressurser man kan få. Fagmiljøet, internett og praktiske erfaringer er i hovedsak ressursene bak oppgaven. Dette har bidratt til et helhetlig bilde av situasjonen fra mange forskjellige perspektiver. Dette er ekstremt viktig i forhold til å skrive en komplett oppgave der man har all informasjonen nødvendig. Dog til tross for at det fins en del bransjehemmeligheter om utstyr og annet, så har gruppa tilegnet seg god kunnskap om oppgaven i sin helhet.

I bruken av internett kan man være uheldig å komme over kilder som ikke nødvendigvis har korrekt kunnskap om tingen de skriver om, og da er oppgaven vår å skille riktig fra feilinformasjon. Dette har gruppa gjort gjennom å sammenlikne informasjonen fra flere kilder opp mot hverandre i tillegg til å legge litt ekstra vekt på ordene fra fagmiljøet.

I forhold til informasjonsinnhenting ser ikke gruppa for seg andre metoder for å utføre dette på. I et litt begrenset marked fins det kun så mye informasjon tilgjengelig, og man trenger all hjelp man kan få. Den praktiske biten var og nødvendig for å få bevist hypotesen vår som var sentral til problemstillingen. Her kunne flere ting vært utført bedre for et bedre resultat (Se Vedlegg A), men gruppa konkluderte likevel med at forsøket har fortsatt et gyldig utgangspunkt siden resultatene var konsistente nok. Dog hadde forholdene vært annerledes kunne det kanskje vært enklere å bevise.

8.5 Læringsmål

Gruppa har gjennom oppgaven jobbet konstant med å få seg innsikt i bransjen ved å snakke med fagmiljøet, diskutert innad og lest seg opp på nettet. Bransjen var tilnærmet totalt ukjent

for gruppa ved starten av oppgaven, og måtte dermed starte fra bunnen av for å kunne utforme oppgaven; Hva er brøyting?

Å utføre et ingeniørfaglig arbeid innebærer nettopp dette. Det å se ting fra bunnen av for å bygge seg opp en forståelse av problemet slik at man kan se helheten. Det å bryte ned komplekse problemer til mer håndterlige oppgaver man kan jobbe mot å løse.

Gruppa har på ingen måte løst problemet for Steinkjer i sin helhet. Veiene kommer fortsatt til å bli glatte under diverse forhold, men oppgaven kan være med på å dra skipet i riktig retning.

9 Konklusjon

Årsaken bak de glatte sporene som kommer fra brøytingen kommer fra en kombinasjon av faktorer, blant annet tyngde, friksjon, temperatur og fukt. Det brukes mye flate skjær i brøytingen som bidrar til en skape en uniform overflate som kan bli veldig glatt.

Løsningen liggere per dags dato i uperforerte eller perforerte isriverskjær. Disse danner ikke en uniform glatt overflate, men river opp snø/is slik at underlaget blir mer rotete og sko får enklere feste. Overflødig snø/is kan virke til fordel for fotgjengere.

Økonomisk viser vi til at perforerte isriverskjær har stort potensiale i forhold til utgiftene oppført som følge av fallskader. Det kan uten tvil kjøpes minst tre ganger flere skjær for å dekke et større forbruk i kommunen.

På bakgrunn i trafiksikkerhet og brøyteeffektivitet anbefaler vi derfor aldri hastighet over 30 km/t langs fortau. Utstyret vil virke bedre og vare lengre da det utsettes for mindre slitasje, og ulykker vil i stor grad være unngåelig.

Dersom brøyting med perforert isriverskjær ikke er ønskelig, helt eller delvis, så anbefaler vi spredning av fastsand langs fortauene. Effekten er overlegen til tørrsand, men er mer ressurskrevende. Dersom føret er glatt $\mu < 0,3$, anbefaler vi strøing ved mest brukte gangareal for å unngå risiko for fall. Her vil kostnad være et sentralt tema, og da kanskje prioritere mest utsatte eller mest folkerike områder.

Dersom metodene nevnt ikke er ønskelige har vi lagd et par konsepter som kan være enkle å montere på eksisterende løsninger. De er i konseptfasen og må videreutvikles og testes, men disse vil primære løsninger, men sannsynligvis billigere og enklere.

10 Referanseliste

- Bosch (2022) *Hva er hardmetall?* Tilgjengelig fra: https://ac-elearning.bosch-pt.com/mlearning/bcarbide/pageone_no.html#:~:text=Hardmetall%20er%20et%20av%20de,med%20de%20mest%20krevende%20materialer (Hentet 10.05.22)
- CBC (2021) *5 out of 6 winter boots fail slip test on ice, Marketplace finds.* Tilgjengelig fra: <https://www.cbc.ca/news/canada/marketplace-boot-test-1.6252613> (Hentet: 19.04.22)
- CIHI (2018) *Exercise caution: Canadians frequently injured in falls.* Tilgjengelig fra: <https://www.cihi.ca/en/exercise-caution-canadians-frequently-injured-in-falls> (Hentet: 04.02.2022).
- Forskrift til trafikkregler (2021) *Forskrift om kjørende og gående trafikk (Trafikkregler).* Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/1986-03-21-747/§13>
- Giudici, Henri. (2019) *Salting during snowfall – how little is enough to prevent snow compaction.* Doktorgradsavhandling. NTNU. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2589390> (Hentet 10.05.2022)
- Helsedirektoratet (2022) *Utskrivningsklare pasienter.* Tilgjengelig fra: <https://www.helsedirektoratet.no/tema/finansiering/andre-finansieringsordninger/utskrivningsklare-pasienter#dognpriisogpasientgrunnlag> (Hentet: 05.03.2022).
- May, B. (2017). [digital fotografi med grafisk illustrasjon]. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencefriday.com/educational-resources/slippery-soles-lesson-friction/> (Hentet: 09.03.2022)
- NGU (1954) *Klassifisering av sedimentene basert på kornstørrelsessammensetning.* Tilgjengelig fra: <https://www.ngu.no/Mareano/Kornstorrelse.html> (Hentet: 01.05.2022).
- NHI (2019) *Fall og fallskader hos eldre.* Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/sykdommer/eldre/diverse-problemstillinger/fall-og-fallskader-hos-eldre/> (Hentet: 04.02.2022).
- Norsk Flygerforbund (16.11.2012) *Derfor blir rullebanen glatt.* Tilgjengelig fra: <https://flyger.no/nyheter-og-presse/nyhetssaker/item/derfor-blir-rullebanen-glatt> (Hentet 21.04.22)

- Olofsfors AB (2022) *Sharq P300™*. Tilgjengelig fra: <https://www.sharqedges.se/produkter/foer-snoe-och-is/sharq-p300> (Hentet 22.04.22)
- Ore, S. (2019) Vulkanisering, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/vulkanisering> (Hentet: 06.04.22).
- Pon Cat (2022) *Vegstål; perfekt for tøffe, norske forhold*. Tilgjengelig fra: <https://www.pon-cat.com/no/pon-equipment/Deler/Cat-deler/slitestaal/veistal> (Hentet 22.04.22)
- RMT (2022) *Complete list of footwear*. Tilgjengelig fra: <https://kite-uhn.com/rmt/en/ratings/casual-footwear> (Hentet: 06.04.22).
- Solberg, Jan Ketil; Christensen, Nils; Almar-Næss, Almar (03.05.2022) Stål, *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/st%C3%A5l> (Hentet 10.05.22)
- SSB (2020) *Fall vanligste arbeidsulykke*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/helse/artikler-og-publikasjoner/fall-vanligste-arbeidsulykke> (Hentet: 04.02.2022).
- SSB (2021) *Fall vanligste arbeidsulykke*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/helse/helseforhold-og-levevaner/statistikk/arbeidsulykker/artikler/fall-vanligste-arbeidsulykke> (Hentet: 04.02.2022).
- Statens Legemiddelverk (2022) *Enhetskostnadsdatabase*. Tilgjengelig fra: <https://legemiddelverket.no/offentlig-finansiering/dokumentasjon-for-metodevurdering/enhetskostnadsdatabase> (Hentet 05.02.2022).
- Statens Vegvesen (2018) *Opplæring i vinterdrift for operatører*. (Nr. 673). Norge: Statens Vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2561504> (Hentet: 02.05.22).
- Statens Vegvesen (2022) *Kan salting medføre en kuldeblanding som gir glatt vei?*
Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/veg-og-gate/vinterdrift/salting/sporsmal-og-svar/kuldeblanding/#:~:text=Temperaturen%20senkes%20n%C3%A5r%20vi%20bruker,med%20bruk%20av%20et%20kjemikalie> (Hentet 25.04.22)
- Statens Vegvesen (2022) *Sandstrøing*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/veg-og-gate/vinterdrift/sandstroing/> (Hentet: 05.04.2022)
- Statens vegvesen. (2015) *Lærebok Drift og vedlikehold av vegger*. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/2659628> (Hentet 10.05.2022)

Tokvam. (2022) *DSM 1200-1500-1800*. Tilgjengelig fra:

<https://tokvam.no/produkter/stromaskiner/tallerkenspredere/dsm1200-1500-1800> (Hentet 09.05.2022)

Tranøy, K.E. (2019) Metode, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/metode>

(Hentet: 06.03.22).

ViaTech (2022) *ViaFriction*. Tilgjengelig fra:

<https://www.viatech.no/products.aspx?lang=no&id=1> (Hentet: 23.04.22).

11 Figurliste

Figur 2-1: Illustrasjon av mann som faller på glatt vei	3
Figur 3-1: Friksjonsoverflate	7
Figur 3-2: Slepesco med påmontert perforert isriversko	8
Figur 3-3: Illustrasjon av glatt spor etter brøytesko uten isriverskjær	8
Figur 4-1: Øveraasen Relax Vikeplog (Øveraasen, 2022)	12
Figur 4-2: Øveraasen Relax Vikeplog i ulike posisjoner (Øveraasen, 2022)	12
Figur 4-3: Veihold med underliggende skjær (Swanty32e – Machine & Truck Videos From Norway, 2011) ..	12
Figur 4-4: Illustrasjon av snøfres	13
Figur 4-5: Illustrasjon av snøfres, sett uten innmatingsskrue	13
Figur 4-6: Detalj av perforert isriverskjær	14
Figur 4-7 : Lastebil med plog påmontert brøyteskjær. Denne type plog benyttes ikke av Steinkjer kommune ved brøyting av fortau.	14
Figur 4-8: Plant veistål	15
Figur 4-9: Isriverskjær (Olofsfors AB, 2022)	15
Figur 4-10: Hardmetallskjær (Entrack, 2022)	16
Figur 4-11: Fasediagram, sammenheng mellom saltkonsentrasjon og temperatur (Farnam et al. ,2014)	18
Figur 4-12: Grensekurver tørrsand (Statens Vegvesen, 2018)	19
Figur 4-13: Grensekurver for fastsand (Statens Vegvesen, 2018)	20
Figur 4-14: Resultat sanding (Statens Vegvesen, 2018)	20
Figur 4-15: Fastsandspreder fortau (Statens Vegvesen, 2018)	21
Figur 4-16: Etterhengene slepespreder (Sigurd Stave Maskin AS, 2022)	22
Figur 4-17: Bakmontert tallerkenspreder, med pil som peker på selve «tallerkenen» (Tokvam, 2022)	22
Figur 4-18: Valsespreder (Dalen, 2022)	23
Figur 5-1: ASFT T2GO ASFT T2GO (Statens Vegvesen, 2018)	28
Figur 5-2: ViaFriction fra Viatech (Viatech, 2022)	28
<i>Figur 6-1: Slepesco med påmontert perforert isriverskjær (Duun, 2022)</i>	<i>32</i>
<i>Figur 6-2: Spor etter 3D-printet, perforert isriverskjær</i>	<i>33</i>
<i>Figur 6-3: Spor med bilde av det 3D-printede perforerte isriverskjæret</i>	<i>33</i>
Figur 6-4: Oversiktsbilde over en 3D-modellert slepbar opprasper	34
Figur 6-5: Slepbar opprasper sett fra siden	34
Figur 6-6: Festningsmåte for armeringsjern på slepbar opprasper	34
Figur 6-7: Spor som simulerer en slepbar opprasper	34
Figur 6-8: Ugressbørste med utskiftbare stålwiretotter (CleanPro AS, 2022)	35
Figur 6-9: Oversiktsbilde over en 3D-modellert slepbar kost	35
Figur 6-10: Nærbilde 3D-modellert kost	35
Figur 6-11: Slepbar kost sett ovenfra	36
Figur 6-12: Spor som simulerer en slepbar kost	36
<i>Figur 6-13: Brøyteeffektivitet slaps</i>	<i>38</i>
Figur 6-14: Tørrsnømengde før og etter brøyting	38
Figur 6-15: Dødsrisiko fotgjengere	38

12 Tabelliste

Tabell 3-1: Friksjonskoeffisient	8
Tabell 5-1: Snøbrøyting iverksetters og fullføres (Vedlegg B)	24
Tabell 5-2: Drivsnø (Vedlegg B)	24
Tabell 5-3: Snø- og isrydding (Vedlegg B)	25
Tabell 5-4: Strøing (Vedlegg B)	25
Tabell 5-5: Kravspesifikasjoner til brøyting	27
Tabell 5-6: Kravspesifikasjoner for testmetoder	29
Tabell 5-7: Pris brøyteskjær	29
Tabell 5-8: Pris sand	30

13 Begrepsliste

ÅDT Årsdøgntrafikk

Slurry En fuktig blanding som fester seg bedre til underlaget og flater

Karbid Kjemisk forbindelse som består av karbon og metall

Diffusjon Spredning av stoff i et annet stoff (Eks. salt som oppløses i vann)

Vedlegg A

Friksjonstesting på brøytet underlag

Utført av: Adrian Gran, Torjus Aaserød & Jørgen Hegrem

Bachelor i ingeniørfag, maskin

Forsøksdato: 11.03.2022

Sted: Granåsen skianlegg

Hensikt

Forsøket går ut på å måle friksjonskoeffisienten på forskjellig komprimerte underlag for å se i hvor stor grad friksjonskoeffisienten blir påvirket av komprimeringen som forårsakes av brøyting av snø.

Bakgrunnsteori

Utregning av friksjonskoeffisient

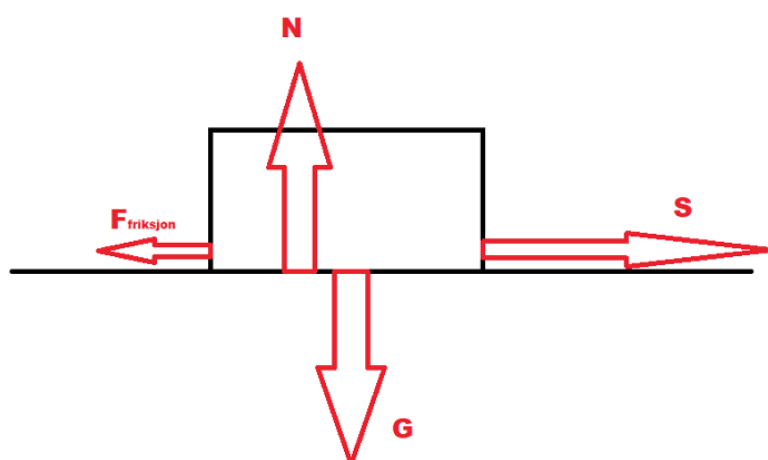
$$F_{\text{friksjon}} = N \cdot \mu$$
$$\mu = \frac{F_{\text{friksjon}}}{N}$$

F_{friksjon} = Kraft nødvendig for å bryte hvilefriksjon

N = Normalkraft

μ = Friksjonskoeffisient

Statisk friksjon



Figur 1: Figur som viser krefter i forsøket.

$G = \text{tyngdekraften som virker på legemet} = N = mg$ (masse * tyngdekraft)

$S = \text{Snorkraft (Kraften vi drar i fjærvekta med)}$

Hvilefriksjon, også kjent som statisk friksjon, virker mellom legemer som er i kontakt med hverandre, men som ikke beveger seg i forhold til hverandre. Hvilefriksjonen er vanligvis noe større enn den kinetiske friksjonen og er den man må "overvinne" for å få en gjenstand i bevegelse. Det vi måler i dette forsøket er friksjonskoeffisienten til de forskjellige underlagene. Lavere friksjonskoeffisient betyr at det er glattere, der 0 betyr at det ikke er friksjon (tap av mekanisk energi). Er friksjonskoeffisienten på 1 så må man trekke med like mye kraft som normalkrafta for å få objektet til å gli. Den friksjonskoeffisienten vi får målt er hvilefriksjonskoeffisienten fordi fjærvekta vil oppgi den maksimale kraften vi trekker med rett før legemet begynner å gli.

Hypotese

Vi tror at jo mer sammenpresset underlaget er, jo lavere friksjonskoeffisient vil man få. Det betyr at etter brøyting der underlaget er plant og sammenpresset vil det være glattere.

Utstyr

- Spade (alu skuffe, tre skaft og plast håndtak, egenvekt ca: 0,9kg)
- Vekter, 1,5L brusflasker fylt med vann. En flaske på 0,5kg, en på 1,0kg og en på 1,5kg.
- Fjærvekt (Biltema Art.nr. 40-129)
- Slippers: 153g (Målt med kjøkkenvekt med ukjent måleusikkerhet)
Joggesko: 288g (Målt med kjøkkenvekt med ukjent måleusikkerhet)
Joggesko med pigg: 341g
- Hyssing
- Temperaturmåler (ELIT IR35)

Metode

1. La til rette for tre forskjellige underlag med snø.
2. Tok av det øverste laget med skare på snøen for å få snø mer likt nysnø.
3. På det første underlaget skrapte vi bare overflaten med spaden. Dette ble gjort i et preparert skispor så underlaget på dette var ganske komprimert fra før.
4. På det andre underlaget hadde vi snø oppå det preparerte skisporet og prøvde å simulere hvordan underlaget ville blitt hvis det var igjen 2-3cm snø etter brøyting. Det ble klappet lett med spaden og jevnet ut. Dette underlaget skal være mindre komprimert enn det første underlaget.
5. Det tredje underlaget ble klappet sammen med spaden og jevnet ut for å simulere hvordan det ser ut etter brøyting helt ned til bakken.

6. Festet hyssing til slippers og satte vekt oppi sålen.
7. Festet hyssingen til fjærvekten og dro til slippersen begynte å bevege seg. (Brøt hvilefriksjonen)
8. Leste av hvor hardt man dro i fjærvekten.
9. Klappet/planerte overflaten på underlagene mellom tester.
10. Repeterte 3 ganger på hvert underlag.
11. Gjentok f.o.m punkt 6. med forskjellige fottøy og vekter.



Bilde 1: Underlag 1. Spade dratt over for å jevne ut overflaten



Bilde 2: Underlag 2.



Bilde 3: Underlag 3. Hardt klippet med spade

Resultater og observasjoner

Beskriv det du så, hørte, luktet og følte. Hvis du gjennomførte målinger, må du gjøre rede for disse. Hvis det er mulig, bør disse målingene inn i en tabell og framstilles som en graf. Lag tegninger av observasjoner i mikroskop eller lupe, eller ta fotografier.

Slippers:

	Kraft forsøk 1 [kg]	Kraft forsøk 2 [kg]	Kraft forsøk 3 [kg]	Gjennomsnitt
0,653kg preparert skispor	0.2	0.2	0.1	0.167
0,653kg halvbrøytta	0.2	0.4	0.2	0.267
0,653kg komprimert	0.2	0	0.1	0.1
1,653kg preparert skispor	1.1	1.1	0.9	1.03
1,653kg halvbrøytta	0.6	0.6	0.8	0.667
1,653kg komprimert	0.8	0.5	0.4	0.567

Beregning:

Siden kraft og vekt ble målt i kg så trenger man ikke å gjøre om til Newton når man beregner friksjonskoeffisienten.

0,653kg preparert skispor: $\mu = \frac{0.167kg}{0.653kg} = 0.2557$

0,653kg halvbrøytta: $\mu = \frac{0.267kg}{0.653kg} = 0.4088$

0,653kg komprimert: $\mu = \frac{0.1kg}{0.653kg} = 0.1531$

1,653kg preparert skispor: $\mu = \frac{1.03kg}{1.653kg} = 0.6231$

1,653kg halvbrøytta: $\mu = \frac{0.667kg}{1.653kg} = 0.4035$

1,653kg komprimert: $\mu = \frac{0.567kg}{1.653kg} = 0.3430$

Joggesko:

	Kraft forsøk 1 [kg]	Kraft forsøk 2 [kg]	Kraft forsøk 3 [kg]	Gjennomsnitt
0,788kg preparert skispor	0.1	0.1	0.2	0.133
0,788kg halvbrøyta	0.4	0.2	0.1	0.23
0,788kg komprimert	0.2	0.2	0.1	0.167
1,788kg preparert skispor	1.4	1.2	0.8	1.13
1,788kg halvbrøyta	0.8	0.8	0.8	0.8
1,788kg komprimert	0.6	0.6	0.4	0.53

Beregning:

0,788kg preparert skispor: $\mu = \frac{0.133kg}{0.788kg} = 0.1687$

0,788kg halvbrøyta: $\mu = \frac{0.23kg}{0.788kg} = 0.2918$

0,788kg komprimert: $\mu = \frac{0.167kg}{0.788kg} = 0.2119$

1,788kg preparert skispor: $\mu = \frac{1.13kg}{1.788kg} = 0.6319$

1,788kg halvbrøyta: $\mu = \frac{0.8kg}{1.788kg} = 0.4474$

1,788kg komprimert: $\mu = \frac{0.53kg}{1.788kg} = 0.2964$

Piggsko:

	Kraft forsøk 1 [kg]	Kraft forsøk 2 [kg]	Kraft forsøk 3 [kg]	Gjennomsnitt
0,841kg preparert skispor	0.8	0.6	0.6	0.63
0,841kg halvbrøyta	0.6	0.7	0.8	0.7
0,841kg komprimert	0.4	0.6	0.4	0.467
1,841kg preparert skispor	2	1.8	1.5	1.767
1,841kg halvbrøyta	2	2	2.4	2.13
1,841kg komprimert	1.2	1.9	1.1	1.4

Beregning:

0,841kg preparert skispor: $\mu = \frac{0.63kg}{0.841kg} = 0.7491$

0,841kg halvbrøyta: $\mu = \frac{0.7kg}{0.841kg} = 0.8323$

0,841kg komprimert: $\mu = \frac{0.467kg}{0.841kg} = 0.5552$

1,841kg preparert skispor: $\mu = \frac{1.767kg}{1.841kg} = 0.9598$

1,841kg halvbrøyta: $\mu = \frac{2.13kg}{1.841kg} = 1.1569$

1,841kg komprimert: $\mu = \frac{1.4kg}{1.841kg} = 0.7604$

Drøfting og feilkilder

Under oppsett og utføring av forsøket støtte gruppa på flere problemer som måtte løses underveis for å gjennomføre forsøket med en viss integritet. På grunn av værforholdene over lengre perioder ble forsøket utført i “ikke-ideelle” forhold. Lite snø på lang tid, og mye mildvær opp til dagen forsøket ble utført. Forsøket ble derfor utført på Granåsen ved skiløypen i skogen for å finne best mulig “urørt” snø som kan graves opp fra under det litt hardere laget, i tillegg til skisporene som allerede er komprimert og glatte. Under forsøket var det noe sollyss som kan ha påvirket snøen i løpet av forsøket, men det var relativt tidlig på dagen, så temperaturen i luften hadde ikke rukket blitt spesielt varmt og det var ikke direkte sollyss på forsøksoverflatene. Derfor anser man denne faktoren som lite påvirkende.

Konstruksjonen av overflatene som ble testet er langt fra perfekt. Det ble målt en helning på 2-4 grader på overflatene som gjør at man til tider utførte test i større helning enn andre og dermed gitt ulikt utgangspunkt for registrering av trekraft av fjærvekten. Målesensitiviteten til fjærvekten gir da også noe usikkerhet rundt målingene. Avleser gir oss heller ikke desimaler på kraften, og blir noe unøyaktig. I tillegg ble forsøkene/trekkingen utført av mennesker og naturligvis da variabel trekraft. Målet ble derfor å trekke minst mulig slik at man så vidt oppnådde å gå fra hvilefriksjon til glidefriksjon, men ikke mer.

To av overflatene skulle simulere brøytet snø; Én brøytet helt ned slik at snøen var komprimert mest mulig og dermed har en glattere overflate, og én hvor man ikke brøytet helt ned slik at snøen ikke er maksimalt komprimert og dermed litt ruere. For dette ble en aluminiumspade brukt som skoffel og manuelt arbeid for å forme overflatene. Spesielt for den komprimerte overflaten blir dette mindre nøyaktig siden man ikke klarer å simulere vekten til en brøytepløgg med en spade slik at snøen blir ikke i nærheten av like komprimert. For den

andre mindre komprimerte overflaten har typen snø mye å si; her var det ikke nysnø slik at underlaget lagt igjen etter simulert brøyting ikke var like mykt og luftig som nysnø. Dog for forsøkets hensikt var det luftig nok for å simulere friksjonen.

I beregningen på joggesko med pigger så havnet friksjonskoeffisienten over 1. Det tror vi skyldes enten unøyaktighet i fjærvekta eller at det ble dratt litt hardere etter skoen begynte å gli.

Konklusjon

Til tross for feilkildene gjenspeiler resultatene at hypotesen til gruppa var korrekt i å være en viktig faktor i brøytingen. Den helt komprimerte overflaten viser i snitt en større friksjonskoeffisient enn den mindre komprimerte overflaten.

Vedlegg B

INNSTRUKS FOR VINTERDRIFT – 31.05.2021

Generelt:

Kommunale veger skal av sikkerhetsmessige hensyn være farbare for vanlige kjøretøy til enhver tid.

Mellomlagring av snø tillates kun på anviste plasser, og aldri i vegkryss.

Atkomst til brannstasjon / legevakt og Rådhuset m / tilhørende parkeringsplasser skal prioriteres.

1.1 Prosessbeskrivelse

1.1.1 91 Snøbrøyting

Prosessen omfatter all snøbrøyting. Beredskap for brøyting omfattes også av denne prosessen.

1.1.2 92 Snø – og isrydding

Prosessen omfatter ryddeoppgaver som:

- snø- og ishøvling
- snøfresing
- snørydding med egnet kjøretøy
- manuell rydding

for rydding i vegkryss etter brøyting, rydding ved busslomme, siktforbedring i vegkryss, rømming av brøytekanter, utbrøyting, utfresing og oppussing etter høvling av vegbanen eller etter nedskjæring av kanter, etc.

Prosessen omfatter også opplasting og bortkjøring av snø og inkluderer nødvendig manuelt arbeid, arbeidssikring, skilting og kostnader på tipp. Beredskap for snø- og isrydding omfattes også av denne prosessen.

1.1.3 93 Strøing

Prosessen omfatter:

- Levering av sand, transport og utkjøring
- Beredskap for strøing
- Alle kjøre – og gangarealer

1.2 Standard for drift og vedlikehold

For utførelsen av denne kontrakten gjelder:

- Vedlikeholdsstandard for fylkesveger, utgitt av Statens vegvesen, Vegdirektoratet 1996-10 justert til kommunale krav for Steinkjer kommune.

Vegen skal være framkommelig for kjøretøy som er normalt utstyrt for vinterkjøring. Dette skal oppnås ved å redusere mengden snø og is på vegen samt sikre tilstrekkelig veggrep for trafikantene.

Det er akseptabelt med snø- og isdekke hele eller deler av vinteren.

1.2.1 Snøbrøyting

Prosess 91

Ved snøvær skal brøyting settes i gang og fullføres i henhold til verdiene nedenfor:

ÅDT	Start ved snødybde		Ferdig utbrøytet innen	
	Tørr snø (cm)	Våt snø (cm)	Tørr snø (cm)	Våt snø (cm)
0 - 500	6	4	15	12

Tabell 8.3.2-1

Under vedvarende snøvær skal brøytefrekvensen være så stor at kravet til maksimal snømengde overholdes. Steinkjer kommune kan sette krav om at nærmere angitte veier skal brøytes først.

Under ekstreme værforhold kan kravene fravikes etter avtale med oppsynsmann/overordnet beredskapsvakt Steinkjer kommune.

Ved snøvær om natta skal, for sentrumsrodene og rodene 13, 17, 28 og 29, hele vegnettet være gjennombrøytet innen kl. 06.00. For de øvrige rodene skal hele vegnettet være gjennombrøytet innen kl. 07.00. Utbrøyting til full bredde, inkludert busslommer, skal utføres umiddelbart etterpå.

På dagtid, kl. 0600-2200:

Brøyting igangsettes av tilbyder etter de krav som er satt i Tabell 8.3.2-1 og ut fra en vurdering av værmeldingen.

Om natten, kl. 2200-0600:

Under normale værforhold brøytes ikke kommunale veier om natten. Ved så vanskelige værforhold at vegen kan bli uframkommelig, f.eks ved store snøfall eller kraftig vind/snøfokk, skal brøyting utføres. Det skal imidlertid ikke legges opp til bedre standard om natten enn på dagtid. Framkommeligheten kan derfor periodevis bli dårligere om natten enn på dagtid.

På lørdager utsettes tidsfristen for gjennombrøyting til kl. 0700, og på søn- og helligdager til kl. 0900.

Ved *drivsnø* settes tiltak i verk når høyden på snøskavler midt på kjørefeltet er:

ÅDT ≤ 1500	15 cm
------------	-------

Tiltak settes i verk når snøskavler kan komme overraskende på en bilfører og strekker seg over mer enn halve vegen.

1.2.2 Snø – og isrydding

Prosess 92

Utløsende standard og krav til tidspunkt for utførelse av ryddingen etter at vegen er ferdig brøytet, er vist i tabellen nedenfor:

Oppgaver	Krav
Snø- og issåle: - maksimal tykkelse: - fjernes innen:	10 cm 3 døgn
Spordybde: - maksimal spordybde: - Fjernes innen:	5 cm 3 døgn
Siktrydding i veikryss: - maksimal snøhøyde: - fjernes innen	50 cm 1 døgn
Rydding i veikryss innen:	1 døgn

Tabell 8.3.2-2

Spordybden kan måles med ca 2 m lang rettholt. Rettholten må være så lang at den rekker mellom ryggene på hver side av sporet.

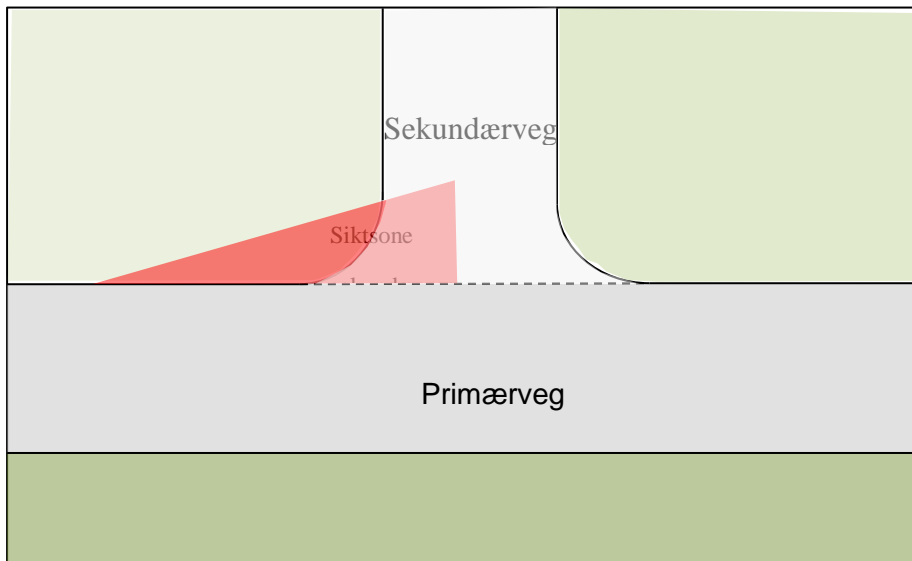
Snø og is etter veihøvling skal fjernes i kryss og i avkjøring til offentlige plasser umiddelbart etterpå.

Tykkelsen på snø- og issåle skal ikke overstige 10 cm. Konsekvensene ved for tykk såle kommer først når sålen tiner. Nedhøvling av sålen prioriteres derfor lavere enn spor i perioder med stabilt kaldt vær. Det vises til konsekvenser ved avvik. På ettervinteren skal såletykkelsen reduseres for å unngå fremkommelighetsproblemer når sålen går i oppløsning.

Ved snøsmelting utføres nødvendige tiltak for å få smeltevann ut av veien.

Ved fotgjengeroverganger og i kryss skal ikke snøopplegg hindre sikten slik at det oppstår trafikkfarlige situasjoner.

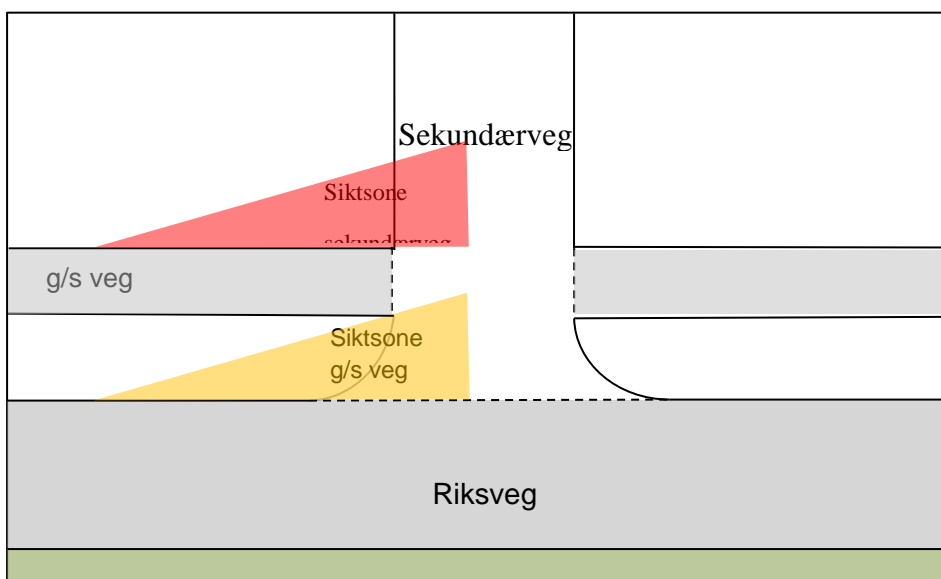
Ansvarsfordeling av siktsoner mellom vegeiere



Figur 16: Prinsipp for ansvarsfordeling mellom vegholdere i vegkryss

I kryss mellom offentlige veger er det vegholder som tar ansvar for sikt som tilligger egen veg. Det betyr at primærvegens vegholder sørger for nødvendig sikt langs primærveg, og sekundærvegens vegholder har tilsvarende ansvar langs sekundærvegen.

For private veger og avkjørsler har eieren eller brukeren ansvaret for sikt mot primærveg.



Figur 17 Prinsipp for ansvarsfordeling der g/s veg går langs riksveg

Ansvarlig for vedlikehold av riksveg har et utvidet ansvar der det er langsgående g/s veg. Riksveg har ansvar for siktsone ut mot riksveg og fjerning av is og snø etter isskraping langs riksveg. Dette gjelder kun langs riksveg.

Ansvarlig for sekundærveg skal brøyte helt ut til riksveg og opprettholde siktsone fra sekundærveg til g/s veg.

Strøing Veigrep og friksjon

Prosess 93

Det skal strøs dersom friksjonsforholdene hindrer normalt vinterutrustede kjøretøy å komme opp bakker etc. Tiltak iverksettes i henhold til tabellen nedenfor:

Vegkategor ori	ÅDT	Punktstrøing	
		Start ved	Fullføres
Kommunal	0-500	$\mu < 0,25$	4,0 t

Tabell 8.3.2-3

μ er friksjonskoeffisient før tiltak iverksettes

Punktstrøing foretas i kurver, bakker, kryss, busslommer og på rettstrekninger med uoversiktlige avkjørsler. All strøing skal alltid avsluttes på et oversiktlig sted, slik at trafikkantene i god tid kan se hvor den slutter. Det skal ikke strøs med sand på rette, flate strekninger, med mindre vegkryss eller annet gjør strøing nødvendig.

En friksjonskoeffisient på 0,25 betyr at en bil med hastighet 60 km/t vil kunne stanse på ca. 60 meter.

Gang – og sykkelvei og fortau

Brøyting: Gang- og sykkelveger og fortau skal være gjennombrøytet innen kl 06.00. Ved snøfall mellom 0600 og 2200 skal brøyting igangsettes etter Tabell 8.3.2-1.

Strøing: Når friksjonskravene tilsier det, skal strøing være utført innen morgen- og ettermiddagstrafikken starter, henholdsvis kl. 0600 og 1500 eller etter 2 timer når friksjonen er mindre enn 0,3.

Gang- og sykkelveger deles inn i en strødd del og en ikke strødd del etter nærmere instruks.

Brøyting av fortau og gang-/sykkelveg skal være minst så bra at fotgjengere ikke velger å gå i kjørebane. Tidsfrist for gjennombrøyting er av praktiske årsaker satt til ½ time etter tidsfristen for gjennombrøyting av kjørebane. Det må på dagtid være mulig å trille barnevogn på fortauet/gangbanen.

Fortau/gangbane skal strøs minst så godt at fotgjengere ikke velger å gå i kjørebane

Objekter som skal vedlikeholdes og driftes i kontrakten

Følgende type objekter skal brøytes og ryddes for snø i kontraktsområdet (roden):

- Veg
- Kryss
- Busslommer med og uten leskur
- Gang- og sykkelveg
- Fortau
- Parkeringsplasser
- Snuplasser
- Andre plasser (eks, møteplasser)
- Offentlige institusjoner, skoler/barnehager som er med i roden

Videre gjelder:

1. Kontraktøren forutsettes å gjøre seg godt kjent med roden.
2. Skoler og barnehager skal ikke driftes lørdag, søndag og helligdager. På nesten alle skoler skal vinterdrift følge skoleruta, dvs. fri jul – vinter- og påskeferie. Unntaket er Egge barneskole og Egge ungdomsskole.
3. Steinkjer kommune setter brøytestikker første gang før brøytesesongen. Entreprenør er ansvarlig for resetting av brøytestikker. Steinkjer kommune er ansvarlig for å ha brøytestikker på lager til dette formål.
4. Ved brøyting / snørydding må forsiktighet utvises slik at det ikke gjøres skade på brekkverk, vegbrekkverk, gjerder, trafikkskilt, lysanlegg, kantstein, kummer, gatetrær m.v. Dersom skade skulle oppstå under snøryddingen, skal denne erstattes. Skade skal meldes til oppsynsmann veg, eller teknisk vakt, samme døgn som skaden oppstår.

SPESIELT FOR STEINKJER SENTRUM:

5. Området i sentrum skal ryddes for snø, og unntatt for Steinkjer barneskole skal snøen straks kjøres bort. Steinkjer kommunes tar ansvaret for bortkjøring av snøen. Steinkjer kommune anviser sted for mellomlagring av snø i påvente av bortkjøring.

6. Steinkjer Torg og Terminalplassen har et dekker som krever gummiskjær.
7. Entreprenøren skal tilby tilstrekkelig og egnet utstyr for å utføre tjenesten innenfor 5 timer.

