



# Effektivitet vid lastning av flis – En statistisk analys av transportdata från Dalafrakt AB

*Efficiency in wood chip loading –  
A statistical analysis of transport data from Dalafrakt AB*

**DISA JACOBSSON**



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2025:23

SLU-Skogsmästaraskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

# Effektivitet vid lastning av flis – en statistisk analys av transportdata från Dalafrakt AB

Efficiency in wood chip loading – A statistical analysis of transport data from Dalafrakt AB

Disa Jacobsson

**Handledare:** Staffan Stenhag, SLU Skogsmästarskolan

**Examinator:** Johan Törnblom, SLU Skogsmästarskolan

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

**Kurstitel:** Kandidatarbete i Skogshushållning

**Kursansvarig institution:** Skogsmästarskolan

**Kurskod:** EX0938

**Program/utbildning:** Skogsmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Skinnskatteberg

**Utgivningsår:** 2025

**Omslagsbild:** Flistransport från Dalafrakt AB. Foto: Stefan Mattsson

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Serietitel:** Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

**Delnummer i serien:** 2025:23

**Nyckelord:** flistransporter, biobränslen, rangering



Sveriges lantbruksuniversitet  
Skogsvetenskapliga fakulteten  
Skogsmästarskolan

## Sammanfattning

Flis från skogen är en viktig del av Sveriges förnybara energiförsörjning. För att säkerställa ett kostnadseffektivt och hållbart uttag krävs en välfungerande logistik. Vid användning av så kallade heta system kan resultatet vara framgångsrikt, men vara känsligt för störningar. Det förutsätts alltså en ordentlig planering. Kunskap om vilka faktorer som påverkar effektiviteten vid transporter kan ge företag de underlag som behövs för att bättre planera sina transporter. Syftet med den studie som genomförts på Dalafrakt AB under sommaren 2025 var att identifiera faktorer som påverkar effektiviteten vid deras flistransporter. Studien genomfördes som ett examensarbete på skogsmästarprogrammet.

I dagens system skapas först en prognos för avståndet från trakten där råvaran flisas till industrin dit transporten ska köras i systemet VIOL. Det verkliga transportavståndet rapporteras sedan in av förarna. Den faktiska transportsträckan visade sig i studien ha ett tydligt samband med tidsåtgången vid lastning inklusive väntetid. Transporter med längre avstånd än 56 km hade i genomsnitt en längre lastningstid ( $p < 0,001$ ). Däremot gick det inte att bevisa något statistiskt signifikant samband mellan transportavstånd och förekomst av rangering. Inte heller kunde i studien uppvisas något signifikant samband mellan objektets volym och lastningseffektiviteten. Här kunde ändå en viss skillnad observeras, men datamaterialet var för litet för att kunna dra några statistiskt säkra slutsatser.

Resultaten understryker vikten av att använda verkliga körsträckor i planeringen snarare än systemberäknade. För att säkrare kunna avgöra andra påverkansfaktorer föreslås vidare studier med större datamängd och med data insamlade under en längre tidshorisont.

*Nyckelord:* Flistransporter, biobränsle, rangering

# Abstract

Wood chips from forest residues constitute an important part of Sweden's renewable energy supply. To ensure cost-effective and sustainable extraction, a well-functioning logistics system is essential. Hot systems can be efficient but are sensitive to disruptions and therefore require careful planning. Understanding which factors affect transport efficiency can provide companies with the necessary data for better logistics planning. The purpose of the study conducted at Dalafrakt AB during the summer of 2015 was to identify factors affecting the efficiency of their wood chip transports. The study was carried out as a bachelor's thesis in the Forest Management program.

In the current system, a forecast is first created for the distance from the site where the raw material is chipped to the receiving industry in the VIOL system. The actual transport distance is then reported by the drivers. The actual transport distance showed a clear correlation with loading time, including waiting time. Transports covering more than 56 km had, on average, longer loading time ( $p < 0,001$ ). However, it was not possible to prove any statistically significant relationship between transport distance and the occurrence of semitrailer repositioning. Nor could any statistically significant relationship be demonstrated between object volume and loading efficiency. Some differences were observed, but the dataset was too small to draw statistically reliable conclusions.

These results emphasize the importance of using actual distances rather than system-calculated values in transport planning. To more reliably identify additional influencing factors, further studies are recommended based on larger datasets and longer timeframes.

*Keywords:* wood chip transport, bioenergy, semitrailer repositioning

## Förord

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Staffan Stenhag som bidragit med hjälp, uppmuntran och rådgivning.

Jag vill även rikta ett tack till Stefan Mattsson, Anna Hellqvist och Ola Engström på Dalafrakt AB som gav idén till detta arbete och som varit till stor hjälp. Även tack till entreprenören Lars Lindkvist som stått för insamlandet av rådata samt alla chaufförer på transporterna.

*Disa Jacobsson*

Skinnskatteberg, juli 2025

# Innehåll

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INLEDNING .....</b>                                      | <b>1</b>  |
| 1.1 BIOBRÄNSLEN .....                                          | 1         |
| 1.2 GROT .....                                                 | 1         |
| 1.3 MASKINSYSTEM VID SÖNDERDELNING OCH TRANSPORT AV GROT ..... | 2         |
| 1.4 UPPDRAGSGIVARE.....                                        | 3         |
| 1.5 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING.....                              | 3         |
| <b>2. MATERIAL OCH METOD .....</b>                             | <b>4</b>  |
| 2.1 METODLITTERATUR .....                                      | 4         |
| 2.2 RÅDATA .....                                               | 4         |
| 2.3 BEARBETNING .....                                          | 4         |
| 2.4 HYPOTESER .....                                            | 5         |
| 2.5 ANALYS .....                                               | 5         |
| <b>3. RESULTAT.....</b>                                        | <b>7</b>  |
| 3.1 AVSTÅNDETS PÅVERKAN PÅ LASTNINGSTID .....                  | 7         |
| BERÄKNAT AVSTÅND I VIOL .....                                  | 7         |
| VERKLIGT AVSTÅND FÖR TRANSPORT .....                           | 7         |
| 3.2 AVSTÅNDETS PÅVERKAN PÅ FÖREKOMSTEN AV RANGERING .....      | 7         |
| BERÄKNAT AVSTÅND I VIOL .....                                  | 7         |
| VERKLIGT AVSTÅND FÖR TRANSPORT .....                           | 8         |
| 3.3 VOLYMENS PÅVERKAN PÅ LASTNINGENS EFFEKTIVITET .....        | 8         |
| EFFEKTIVITETEN VID LASTNING .....                              | 8         |
| HYPOTESPRÖVNING .....                                          | 8         |
| <b>4. DISKUSSION .....</b>                                     | <b>9</b>  |
| 4.1 ÖVERGRIPANDE.....                                          | 9         |
| 4.2 FELKÄLLOR .....                                            | 10        |
| 4.3 SLUTSATS.....                                              | 10        |
| 4.4 VIDARE STUDIER .....                                       | 11        |
| <b>BILAGOR .....</b>                                           | <b>13</b> |
| BILAGA 1.....                                                  | 13        |

# 1. Inledning

## 1.1 Biobränslen

Bioenergi är en energikälla som producerats av organiskt material. Koldioxid som lagrats i växter genom fotosyntes används sedan som energi och släpps därefter vid förbränning ut i atmosfären igen. Detta kretslopp gör bioenergi till en förnyelsebar energikälla (Moorhouse & Minier, 2024).

Användandet av bioenergi har ökat stadigt och täckte 2024 ca 6 procent av den globala energianvändningen och 55 procent av energianvändningen från förnyelsebara energikällor. Bioenergi kan framställas av restprodukter från annan industri och produktion eller odlas fram enbart för att användas som bioenergi. Att omvandla skogsmark till mark för produktion av bioenergi kan leda till minskad biodiversitet och ge en ökad andel nettoutsläpp (Moorhouse & Minier, 2024).

Skogsbränslen är en typ av biobränsle som inkluderar allt skogsbränsle, energiskogsbränsle och återvunnet trädbränsle men inte kemiskt processade skogsråvaror. Skogsbränslen delas i sin tur in i primära och sekundära där de sistnämnda består av rester såsom spån och bark. Primära skogsbränslen består av rester vid avverkning såsom grenar och toppar, nämns som GROT och avverkningsstubbar. Även virke som är skadat på sådant sätt att det ej kan säljas som virke kan bli föremål för energibränsle (Egnell, 2013).

| BIOBRÄNSLEN          |                        |              |             |         |             |
|----------------------|------------------------|--------------|-------------|---------|-------------|
| TRÄDBRÄNSLEN         |                        |              | AVFALL      | AVLUTAR | STRÅBRÄNSLE |
| SKOGSBRÄNSLE         |                        | ENERGISKOG   |             |         |             |
| PRIMÄRT SKOGSBRÄNSLE | SEKUNDÄRT SKOGSBRÄNSLE | ↓            | ↓           |         | ↓           |
| ↓                    | ↓                      |              |             |         |             |
| GROT                 | SÅGSPÅN                | SALIXODLING  | RETURPAPPER |         | HALM        |
| STUBBAR              | KUTTERSPÅN             | HYBRIDASP    | SOPPOR      |         | RÖRFLEN     |
| SKADAT VIRKE         | BARK                   | POPPELODLING |             |         |             |
| KLENA STAMMAR        | TORRFLIS               |              |             |         |             |

**Figur 1.** En flödeskarta över de olika kategorierna av biobränslen. Primärt skogsbränsle består av grenar och toppar, avverkningsstubbar, tekniskt skadat virke samt klena röjnings och gallringsstubbar.

## 1.2 GROT

Vid planering för uttag av GROT ska det tas hänsyn till trädslagsblandningen. Då råvaran består av grenar och toppar är andelen GROT olika beroende på trädslag. Gran har en högre andel på ca 27 procent GROT än exempelvis tall som har 16 procent. Även trädets ålder påverkar då träd med högre brösthöjdsdiameter har en lägre andel grenar och toppar (Pettersson, 2007).

GROT har stor del i uppvärmning av Sverige då 50 procent av byggnader är uppvärmda med fjärrvärme, där 30 procent av bränslet består av oförädlade trädbränslen varav GROT är det främsta. Potentialen för att öka uttaget av GROT

är stort och räknat på ingångsvärden från 2020 hade ett hållbart teoretiskt uttag av GROT 2020 kunnat täcka 6 procent av Sveriges slutgiltiga energianvändning. Det togs 2020 ut 35 procent av den hållbara potentialen av GROT-uttag (Skogforsk, 2023).

Om GROT ska tas ut vid avverkning eller inte beslutas i samband med avverkningsanmälan och ska anmälas till Skogsstyrelsen minst sex veckor innan åtgärden ska genomföras (Skogsstyrelsen, 2025).

En skördare underlättar utkörningen av råvaran från hygget till väg genom att placera GROT:en i högar vid avverkningen. Där torkas den sedan för att höja värmevärdet genom att fukthalten minskar men även för att barren och dess näringsämnen ska ramla av på hygget. GROT:en lämnas ofta över en sommarsäsong. En skotare kör sedan ut den till väg där den täcks över med täckpapp för att förhindra att fukthalten ökar vid nederbörd (Skogforsk, 2023).

### 1.3 Maskinsystem vid sönderdelning och transport av GROT

Sönderdelning av GROT sker vanligtvis vid väg genom flisning med trumhuggar som skär sönder råvaran till flis (Johannesson, et al., 2023).

För att beskriva systemen för sönderdelning och transport av GROT används ofta termerna heta och kalla system. Med detta avses hur pass beroende maskiner och fordon i systemen är av varandra. Ett system är hett om insatsen av ett maskinsystem är beroende av insatsen från ett annat. Vid både terränggående flisare och lastbilsmonterade separathuggar, kombinerat med containerbilar, är systemet klassat som hett. Detta då det krävs en maskin som sönderdelar råvaran och en annan som transporterar till terminal. Vid exempelvis användningen av huggbil, ett fordon som både sönderdelar och transporterar, är systemet däremot klassat som kallt (Johannesson, et al., 2023).

Vid korta transportsträckor har maskinsystem där man kör GROT helt och flisar på industri visat sig vara mest kostnadseffektivt. När transporterna är längre har flisning vid väggkant och transport med lastbil de lägsta kostnaderna (Anttila & Tahvanainen, 2011). Det genomsnittliga avståndet mellan platsen för flisning och industrin var vid en finsk studie 54 km (Holzleitner, et al., 2013). I Sverige har större delen av landet ett medeltransportavstånd mellan 51 och 100 km (Skogforsk, 2023).

Traditionell körning med huggbil med lastväxlare har fördelarna att det är flexibelt, ger lite spill och föroreningar, ger snabb och billig flytt samt ingen tidsåtgång vid lastning då råvaran flisas direkt i container. Systemet är ett hett och rangering är ofta nödvändigt med lossning och förflyttning av containrar vid flisningsobjektet. Något som kräver stora ytor och tar tid. Systemet förutsätter också att vältan är placerad vid väg då huggen ej kan köras i terräng (Berglund & Larsson, 2012).



Albach Diamant 2000 började säljas i Sverige under 2016 och är en flismaskin som sönderdelar GROT samt annan träråvara upp till 1 m i diameter. Den förflyttas själv på väg upp till 70 km/h och har god framkomlighet i terräng. Den körs ofta med lastväxlare. Då den är byggd som enbart flismaskin har den en motor, till skillnad från flishugg monterad på lastbil eller skotare som har två, vilket gör den mer tystgående (Sunnerby Jord och Skog AB, u.å.).

## 1.4 Uppdragsgivare

DalaFrakt AB bildades år 2000 och ägs av 100 delägarföretag inom transportbranschen. De har tre affärsområden. Affärsområdet Skog/Industri är det största och omfattar transporter av rundvirke och flis i mellersta Sverige.

Transporterna efter flismaskinerna behöver utvärderas för att säkerställa optimalt flöde och identifiera faktorer som påverkar framgången.

## 1.5 Syfte och frågeställning

Syftet med arbetet var att analysera effektiviteten vid flistransporter baserat på insamlade transportdata hos Dalafrakt.

Frågeställningar:

- Påverkar avståndet mellan flisningsobjekt och industri tidsåtgången för lastning inklusive väntetid?
- Påverkar avståndet mellan flisningsobjekt och industri förekomsten av rangering vid lastning av flis?
- Påverkar volymen råvara som ska flisas vid ett objekt effektiviteten vid lastning?

## 2. Material och metod

### 2.1 Metodlitteratur

De statistiska beräkningar som genomförts har gjorts enligt kurslitteraturen, Åt skogen med statistik (Stenhag, 2024).

### 2.2 Rådata

Studien bygger på data från transport av flis hos företaget Dalafrakt när dessa har flisat och fraktat råvara från trakter hos Mellanskog. Data som använts i studien är dels inrapporterade i det branschgemensamma systemet VIOL 2, dels i egna rapporter från chaufförerna av transporter. VIOL är ett system för affärer och information om genomförda transporter från skog till industri. Informationen som används är ifrån perioden maj – juni 2025. Flisen har sönderdelats i någon av Dalfrakts två flishuggar av modellen Diamant 2000, Albach.

Variabler som hämtas från VIOL 2:

- Beräknat avstånd mellan objekt och industri (km)
- Volym GROT ( $\text{m}^3$ )

Variabler som inrapporterats av chaufförer:

- Tidsåtgång vid lastning, inklusive väntetid (min)
- Avstånd mellan objekt och industri verkligt (km)
- Förekomst av rangering (antal)

Utöver detta så finns även RNR- och virkesordernummer i både VIOL och chaufförernas egen rapportering.

### 2.3 Bearbetning

Rådata exporterades till Microsoft Excel, där den strukturerats och analyserats. Orimliga och väldigt utstickande värden sorterades bort. De statistiska analyserna har genomförts med Excels inbyggda funktioner. Variabler från de två källorna har kopplats ihop med hjälp av RNR- och virkesordernummer för att skapa sammanhängande analyser.

Ett tröskelvärde för avståndet ”långt” respektive ”nära” definierades i samråd med uppdragsgivaren. Även brytpunkten för ”stor” respektive ”liten” volym råvara på en trakt togs fram i samråd med uppdragsgivaren. Referensvärdet för avståndet är 53 km beräknat, 57 km verkligt avstånd och för volymen  $83 \text{ m}^3$ .

I denna studie definieras effektivitet vid lastning som volym råvara ( $\text{m}^3$ ) per tidsåtgång (min).

## 2.4 Hypoteser

Hypotesen för den första frågeställningen gällde om avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar tidsåtgången för lastningen inklusive väntetid. Här var hypotesen att objekt med längre avstånd än referensvärdet har en mindre effektiv lastning än objekt närmare industrin.

Den andra frågeställningen gällde om avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar förekomsten av rangering vid lastning av flis. Inför analysen formulerades här hypotesen att förekomsten av rangering minskar vid objekt som ligger längre ifrån industrin.

Den tredje frågeställningen gällde om volymen råvara som ska flisas vid ett objekt påverkar effektiviteten vid lastning. Här var hypotesen att råvaran lastas mer effektivt vid större objekt.

Hypoteserna är framtagna i samråd med uppdragsgivaren.

## 2.5 Analys

Inför analys av sambandet mellan avstånd beräknat i VIOL till objektet och tidsåtgången för lastning inklusive väntetid organiserades data i tabeller. Ett spridningsdiagram skapades över sambandet för att få en tydlig översikt. Med tröskelvärdet som brytpunkt delades data in i tidsåtgång per trakt för objekt nära respektive längre ifrån industrin. En hypotesprövning genomfördes sedan för att undersöka om samband fanns. Detta upprepades för avståndet inrapporterat av entreprenörerna på motsvarande sätt.

En tabell som visade förekomsten av rangering för objekt som låg nära respektive långt från industrin skapades. För att undersöka om det fanns något statistiskt samband mellan rangering och avstånd till industrin gjordes ett statistisk chi-två-test.

Vid undersökning om objektets storlek i volym påverkar effektiviteten vid lastning räknades först ut effektiviteten vid varje enskilt objekt. Detta genom att dividera lastad volym i  $m^3$  vid objektet med lastningstid i minuter inklusive väntetid. Därefter genomfördes en statistisk hypotesprövning för att fastslå ett eventuellt samband.

Vid val av formel till hypotesprövningarna valdes formel 6.2.2 från metodlitteraturen (Stenhag, 2024) då antalet datapunkter var under 30 i alla fallen.

|                                        |                                                                                                                                                                                                 |                                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| $\sigma_1 \approx \sigma_2$ men okända | $t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (6.2.2)$ $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$ | Används om antingen $n_1 < 30$ eller $n_2 < 30$ . |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|

**Figur 2.** Formel som används vid hypotesprövningar (Stenhag 2024).

### 3. Resultat

Totalt registrerades data från 64 stycken transporter.

#### 3.1 Avståndets påverkan på lastningstid

##### Beräknat avstånd i VIOL

En hypotesprövning kunde inte genomföras då proven var för små och standardavvikelsen skilde för mycket mellan proven (se Tabell 1). Medelvärde för objekt nära industrin beräknat i volym var 36 min. För de objekt som låg längre ifrån industrin var medelvärdet 39 min.

**Tabell 1.** Lastningstid (min) för transporter i medeltal med transportavstånd beräknat i VIOL, antalet observationer, samt standardavvikelse (SD).

|                  | NÄRA    | LÄNGRE IFRÅN |
|------------------|---------|--------------|
| MEDELTID (MIN)   | 36      | 39           |
| ANTAL            | 25      | 17           |
| SD FÖR TID (MIN) | 16,7553 | 20,4785      |

##### Verkligt avstånd för transport

För objekt nära industri med avståndet inrapporterat av föraren var medellasttiden 33 min och för objekten längre ifrån 44 min. Hypotesprövning genomfördes för att undersöka om det kunde bevisas statistiskt att lastningstiden blev längre vid objekt längre från industri än 56 km. Resultatet kunde fastslå att det med 99,9 procents säkerhet ( $p < 0,001$ ) kan bevisas att lastningen tar längre tid vid trakter som ligger längre ifrån industri än 56 km.

**Tabell 2.** Lastningstid (min) för transporter i medeltal med transportavstånd inrapporterat av chauffören, antalet observationer, samt standardavvikelse (SD).

|                  | NÄRA    | LÄNGRE IFRÅN |
|------------------|---------|--------------|
| MEDELTID (MIN)   | 33      | 44           |
| ANTAL            | 28      | 21           |
| SD FÖR TID (MIN) | 16,8380 | 17,7319      |

#### 3.2 Avståndets påverkan på förekomsten av rangering

##### Beräknat avstånd i VIOL

Antalet rangeringar var 13 stycken vilket visade att vid 52 procent av transporter som körde de korta körningarna förekom rangering. För transporter som körde längre sträckor var antalet rangeringar 11 stycken, 46 procent. Ett statistiskt chi-två-test visade att det inte går att fastställa något statistiskt samband mellan förekomsten av rangering och avståndet till industri utifrån beräknat avstånd i VIOL.

**Tabell 3.** Förekomst av rangering vid lastning av flis i antal för transportavstånd beräknat i VIOL, samt procentfördelning.

| RANGERING | JA        | NEJ       |
|-----------|-----------|-----------|
| NÄRA      | 13<br>52% | 12<br>48% |
| LÄNGRE    | 11        | 13        |
| IFRÅN     | 46%       | 54%       |

## Verkligt avstånd för transport

När det verkliga avståndet som rapporterats in undersöktes var antalet rangeringar vid objekt nära industrin 14 stycken eller 50 procent och för objekt längre från 15 stycken, 56 procent. Ett statistiskt samband gick inte att fastslå genom ett chi-två-test; skillnaden i resultaten kan helt bero på slump.

**Tabell 4.** Förekomsten av rangering vid lastning av flis i antal för transportavstånd inrapporterat av chaufförerna, samt procentfördelning.

| RANGERING | JA        | NEJ       |
|-----------|-----------|-----------|
| NÄRA      | 14<br>50% | 14<br>50% |
| LÄNGRE    | 15        | 12        |
| IFRÅN     | 56%       | 44%       |

## 3.3 Volymens påverkan på lastningens effektivitet

### Effektiviteten vid lastning

Referensvärdet som användes vid beräkning var  $83 \text{ m}^3$ . Medelvärde för lastnings effektiviteten vid trakter med liten volym var  $2 \text{ m}^3/\text{min}$  och vid de med stor volym  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ .

**Tabell 5.** Lastningseffektiviteten i  $\text{m}^3/\text{min}$  för trakter med en volym under och över  $83 \text{ m}^3$ .

| LITEN VOLYM | STOR VOLYM |
|-------------|------------|
| 2           | 5          |

### Hypotesprövning

En hypotesprövning kunde inte genomföras då samplen var för små och standardavvikelsen skilde för mycket mellan proven.

## 4. Diskussion

### 4.1 Övergripande

Studiens huvudsyfte var att analysera effektiviteten vid flistransporter baserat på insamlade transportdata hos Dalafrakt. Detta genom att undersöka hur variabler såsom avstånd och volym påverkar rangering och effektivitet vid lastning. De tre frågeställningarna undersöktes statistiskt.

Resultatet visar att avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar tidsåtgången för lastning inklusive väntetid. Trakter med längre transportavstånd än 56 km till industri i studien, baserat på inrapportering från förarna, hade signifikant längre lastningstid än trakter med kortare transportavstånd. En orsak till detta kan vara att det är svårare att koordinera flera transporter när de har en lång transportsträcka. Det är också möjligt att det längre avståndet leder till mer svårtillgängliga trakter med sämre vägnät. Detta kan påverka tiden för lastning och väntetid om de väntande transporterna behöver stanna längre ifrån lastningsplatsen till följd av att det råder platsbrist närmare.

När trakter som organiserats utifrån det beräknade avståndet i VIOL undersöktes kunde dock inte ett statistiskt samband bevisas. Medelvärde var visserligen högre vid transporter längre ifrån industrin (likt den för det verkliga avståndet) men samplet var för litet för att kunna utesluta att skillnaden berodde på slump. Att resultaten skiljer sig kan visa på problem med att planera utifrån avstånd beräknat i VIOL-systemet. De beräkningarna tar inte hänsyn till faktiska trafikförhållanden och körvägar.

Om avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar förekomsten av rangering vid lastning av flis visar resultatet i denna studie att det inte går att fastslå. De tal som togs fram skilde sig lite mellan varandra, vilket tyder på att det kan vara andra faktorer som påverkar förekomsten av rangering. Berglund & Larsson (2012) förklarar hur rangeringen är en del av det här maskinsystemet. Man kan anta att det är andra faktorer, speciella för maskinsystemet, som påverkar rangering mer än volymen. Detta eftersom volymen är en konstant faktor över olika maskinsystem.

Inte heller vid analys om volymen råvara som ska flisas vid ett objekt påverkar effektiviteten vid lastning kunde ett statistiskt säkerställt resultat presenteras. Medelvärdena skilde sig mycket men det begränsade antalet dataobservationer samt en för stor differentiering i standardavvikelsen gjorde att hypotesprövning ej kunde genomföras. Trots att skillnader inte kunde bevisas statistiskt tyder medelvärdesskillnaden på att större objekt kan lastas mer effektivt, vilket bör undersökas vidare. Ett eventuellt samband kan bero på att större volymer kan lastas kontinuerligt utan förflyttningar. Transporterna kan också förväntas att i högre grad köra fullastade från trakter med större volymer.

Resultaten kan appliceras praktiskt hos företag som arbetar med flistransporter. Genom att i planering och samordning av transporterna fokusera på de faktiska transportsträckorna snarare än de som beräknas i VIOL-systemet kan planeringen förbättras. Att trakter som låg närmare har en låg lastningstid gör att man kan fokusera planeringsresurserna på de körningar som görs över ett längre avstånd.

## 4.2 Felkällor

Under planeringen och studiens gång har så mycket som möjligt gjorts för att minska antalet felkällor och deras omfattning.

Under 2025 så byter Biometria systemet VIOL 2 mot den uppgraderade VIOL 3. Det är första gången VIOL 3 används i så stor skala och det finns en övergångsperiod där trakter kan vara inrapporterade antingen i VIOL 2 eller i VIOL 3. Även om rådata från studien ska ha varit inrapporterad innan bytet av system och alltså bara innehålla information från VIOL 2, så genomfördes studien i denna övergångsperiod där både systemen användes vilket kan påverka säkerheten i inrapporterade data som togs ut från systemet.

De data som är inrapporterade från chaufförerna själva är föremål för påverkan av den mänskliga faktorn. Detta kan leda till en subjektiv eller ofullständig inrapportering till följd av exempelvis arbetsbelastning eller stress. Även om data som inrapporterats var sammanhängande, och inga direkta tecken på avvikelser kunde urskiljas, så kan detta ändå ha påverkat resultatet.

Vid tidsperioden för datainsamling var behovet av råvara från industrin lägre än normalt eftersom det var sommarsäsong. Under sommaren minskar användningen av värme och el vilket gör att industrin normalt saktar ner. Detta påverkar studiens underlag eftersom inga riktigt stora objekt kördes. Något som i sin tur kan ha påverkat möjligheten att korrekt undersöka hur objektstorleken påverkar effektiviteten vid lastning.

Lågsäsongen ledde också till att mängden data som kunde undersökas var mindre än vad som skulle behövts för att få tillräckligt med dataobservationer för att genomföra hypotesprövningarna.

## 4.3 Slutsats

Den första hypotesen gällde frågeställningen om avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar tidsåtgången för lastningen inklusive väntetid. Här var hypotesen att objekt med längre avstånd än referensvärdet tar längre tid att lasta än objekt som ligger närmare industrin. Detta gick inte att bevisa med det beräknade avståndet i VIOL, men när man istället undersökte samma frågeställning med det verkliga avståndet som transportörerna rapporterat in så fanns det ett tydligt samband ( $p < 0,001$ ). Vid längre avstånd tog objekten i medeltal också längre tid att lasta.

Inför analysen av den andra frågeställningen – om avståndet mellan flisningsobjekt och industri påverkar förekomsten av rangering vid lastning av flis – formulerades hypotesen att förekomsten av rangering minskar vid objekt längre



ifrån industrin. I studien kunde dock inte påvisas att avståndet har någon påverkan på förekomsten av rangering vid lastning av flis.

Gällande den tredje frågeställningen – om volymen råvara som ska flisas vid ett objekt påverkar effektiviteten vid lastning – var hypotesen att råvaran lastas mer effektivt vid större objekt. Vid undersökning av medelvärdet från de båda kategorierna så kunde ett visst samband ses men inte bevisas statistiskt.

Resultaten visar att den faktiska transportlängden har betydelse för tiden för lastning vid flistransport. Om detta också gäller den planerade transportlängden är oklart. Här behövs fler och större studier för att kunna undersöka det. Avståndets påverkan på förekomsten av rangering var i studien liten eller ingen alls och framtida studier bör därför inriktas på vilka andra faktorer som påverkar detta. Volymen flis och dess effekt på lastningens effektivitet gick inte heller den att fastslå med säkerhet.

## 4.4 Vidare studier

Förslag på framtida studier på flistransporters effektivitet:

- Genomföra försök över en längre tidshorisont för att kunna eliminera felkällor om fluktuerande storlek på objekten beroende på säsong.
- Upprepa de försök i studien som här inte kunde ge något tydligt resultat på grund av litet datamaterial med för få transporter.
- Jämföra effektiviteten vid lastning hos olika maskinsystem.
- Studera om effektiviteten kan öka vid körning av fler fordon vid transporten. Detta även vid mindre objekt.
- Undersöka mer noggrant hur de beräknade avstånden i VIOL skiljer sig från de verkliga avstånden som transporten faktiskt kör.

# Referenslista

Anttila, P. & Tahvanainen, T. (2011). Supply chain cost analysis of long-distance transportation of energy woos in Finland. *Biomass and Bioenergy*. Volym 35 (8), 3360-3375. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.11.014>

Berglund, M. & Larsson, J. (2012). *En jämförande kostnadsanalys av maskinsystem för upparbetning och transport av GROT*. Sveriges lantbruksuniversitet.  
[https://stud.epsilon.slu.se/4723/1/Berglund\\_Larsson\\_20120823.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/4723/1/Berglund_Larsson_20120823.pdf)

Egnell, G. (2013). *Skogsbränsle* (Skogsskötselserien nr 17). Skogsstyrelsen.  
<https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-17-skogsbransle.pdf>

Holzleitner, F. Kanzian, C. & Höller, N. (2013). Monitoring the chipping and transportation of wood fuels with a fleet management system. *Silva Fennica*. Volym 47 (1), 899. <https://doi.org/10.14214/sf.899>

Johannesson, T., Valund, T. & Eliasson, L. (2023). *Uttag av grot som skogsbränsle*. SLU Skogsmästarskolan.  
<https://www.slu.se/contentassets/67d4894e46e648e5afd6830936e11ffe/utbildning-smaterial-skogsbransle-slutversion-230523.pdf>

Pettersson, M (2007). *Grenar och toppar nya möjligheter för skogsägare*. [Faktablad] Norra Skogsägarna.  
<https://www.yumpu.com/sv/document/read/20341884/grenar-och-toppar-nya-mojligheter-for-skogsagare-norra-> [2025-07-10]

Skogforsk (2023). *Faktablad om grot och dess potential*. [Faktablad]  
[https://www.skogforsk.se/cd\\_20231116162027/contentassets/3cac6b78890d467b033cac1bac7df28/faktasammanstallning-grot\\_20231025\\_press.pdf](https://www.skogforsk.se/cd_20231116162027/contentassets/3cac6b78890d467b033cac1bac7df28/faktasammanstallning-grot_20231025_press.pdf)

Stenhag, S. (2024). *Åt skogen med statistik*. [Kurslitteratur].

Sunnerby Jord och Skog AB (u.å). *Albach Diamant 2000*. [Broschyr] Vrigstad  
[https://albach.se/ws/media-library/3d4850b13ba0453ca6122f85ccbd23e8/albach\\_diamant\\_svensk-version-2021.pdf](https://albach.se/ws/media-library/3d4850b13ba0453ca6122f85ccbd23e8/albach_diamant_svensk-version-2021.pdf)

# Bilagor

## Bilaga 1

### Frågeställning 1

$\mu_1$  = Genomsnittlig lastningstid i min för trakter med transportavstånd kortare än referensvärdet 56 km.

$\mu_2$  = Genomsnittlig lastningstid i min för trakter med transportavstånd längre än referensvärdet 56 km.

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_2 > \mu_1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_1: \mu_2 - \mu_1 > 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ och } 2 \text{ har } \textit{samma} \text{ medelvärde} \\ 2 \text{ har } \textit{högre} \text{ medelvärde än } 1 \end{array}$$

Vi antar att  $H_0$  är sann.

Försöksled 1 Nära:  $\bar{x} = 33$  min s = 16,8380 n = 28

Försöksled 2 Långt:  $\bar{x} = 44$  min s = 17,7319 n = 21

Formeln 6.2.2 valdes, då varken  $n_1$  eller  $n_2$  var  $\geq 30$ . Kravet på normalfördelning får anses uppfyllt.

$$S_p^2 = \frac{(28-1)*16,8380 + (21-1)*17,7319}{28+21-2} \approx 17,2184$$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{S_p^2 \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \text{Om } H_0 \text{ är sann} = \frac{(33-44)-(0)}{\sqrt{S_p^2 \times \left(\frac{1}{28} + \frac{1}{21}\right)}} = 9,6005$$

5 % nivå enkelsidigt test t = 1,684.  $H_0$  förkastas

1 % nivå enkelsidigt test t = 2,423.  $H_0$  förkastas

0,1 % nivå enkelsidigt test t = 3,307.  $H_0$  förkastas

Slutsats:  $H_0$  förkastats på signifikansnivå av 0,1 procent. Alltså stämmer  $H_1$  med 99,9 procents säkerhet.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.