



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 200 33, UPTEC ES 200 26

Examensarbete 30 hp
Juni 2020

Analys av möjligheter för miljövänlig och effektiv hantering samt reducering av restprodukter från Scantias motortillverkning

Emma Cederwall
Noor Alsabti

REFERAT

Analys av möjligheter för miljövänlig och effektiv hantering samt reducering av restprodukter från Scantias motortillverkning

Emma Cederwall och Noor Alsabti

På Scantias motortillverkning i Södertälje används olika tillverkningsprocesser för utformning och bearbetning av motorkomponenter. Vid tillverkning av motorkomponenter uppstår restprodukter i form av slipmull, spillvatten och restemulsion som Scania måste hantera. Scania har som internt mål att reducera mängden icke-återvunnet avfall med 25 % från 2015 till 2020. Motortillverkningen har som enskilt mål att allt spillvatten och restemulsion ska hanteras på Scantias interna avfallsanläggning by 218. Examensarbetet har undersökt de tekniska möjligheterna att reducera mängden restprodukter från motortillverkningen samt undersökt förbättringspotentialen för hantering av restprodukter.

Utgångspunkten i arbetet har varit kvalitativa och kvantitativa metoder i form av intervjuer och sammanställning av avfallsstatistik. För reducering och hantering av slipmull har det bearbetats fram ett lösningsförslag. Vad gäller hantering samt reducering av spillvatten och restemulsion har det tagits fram fyra olika lösningsförslag. Lösningsförslagen har analyserats utifrån aspekter såsom: ekonomisk lönsamhet, avfallsreducering och applicerbarhet.

För reducering och hantering av slipmull ansågs den mest kvalificerade tekniken vara brikettering av slipmull. Undersökningen visar att mängden slipmull som bildas på vaxelavdelningen kan reduceras med 100 % och att investera i ett briketteringssystem är ekonomiskt lönsamt efter 2,3 år om slipmullsbriketterna återvinns internt på Scania.

Vad gäller hantering av spillvatten och restemulsion visar studien på att det finns förbättringspotential på motortillverkningen för att minska externa hanteringar. Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt på motortillverkningen, är en kostnadseffektiv lösning för att förbättra hanteringen. Undersökningen visar även att investering i en buffertanläggning är en effektiv lösning för att förbättra hanteringen av spillvatten och restemulsion, med avseende på ett mer utjämnat avfallsflöde. De två lösningförslagen för hanteringen är både ekonomiskt lönsamt och miljömässigt lönsamt i form av färre externa hanteringar.

Motortillverkningen har möjlighet att reducera mängden spillvatten genom att investera i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskiner. Undersökningen visar även att mängden spillvatten skulle kunna reduceras ytterligare vid investering i mät- och övervakningssystem för sluttvättarna. De två lösningförslagen kommer generera en ekonomisk vinst i form av förbättrad renhet på motorkomponenterna, reducerad mängd spillvatten, samt färre externa hanteringar.

Nyckelord: restemulsion, spillvatten, slipmull, motortillverkning, avfallshantering

Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Box 337, SE-751 05 Uppsala, ISSN 1401-5765. Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Box 7070, SE- 750 07 Uppsala, ISSN 1654-9392

ABSTRACT

Analysis of opportunities for environmentally friendly and efficient handling and reduction of residual products from Scania's engine manufacturing

Emma Cederwall och Noor Alsabti

At Scania's engine manufacturing in Södertälje, manufacturing processes are used for designing and machining engine components. In the manufacturing of these engine components, residual products are formed such as millings, wastewater and residual emulsion. Scania's internal goal is to reduce the amount of non-recyclable waste by 25% from 2015 to 2020. Engine manufacturing aims to handle all wastewater and residual emulsion at Scania's internal waste management facility "by 2018". The thesis examined technical possibilities of reducing the amount of residual products from the engine manufacturing, as well as investigating the potential for improvement of residual product management.

Qualitative and quantitative methods, such as interviews and data processing of waste statistics have been used in the study. A solution proposal has been developed for reducing and managing millings from the production. For reduction and management of wastewater and residual emulsion, four different solutions have been developed. The solution proposals have been analyzed based of economic profitability, waste reduction and applicability.

For the reduction and managing of millings, the most qualified technique was briquetting. The study shows that the amount of millings produced at the crankshaft department can be reduced by 100% and to invest in a briquetting system is financially profitable after 2,3 years if the briquettes are recycled internally at Scania.

For wastewater and residual emulsion management, there is a potential for improvement at the engine manufacturing to reduce external handling. Efficiency enhancement and development of processes and working methods for engine manufacturing is a cost-effective solution to improve the management of residual products. The investigation shows that investing in a buffer system is an effective solution for improving the management of wastewater and residual emulsion, with regard to a more leveled waste flow. The two solutions are both economically profitable and environmentally beneficial in the form of less external handling.

Engine manufacturing has the opportunity to reduce the amount of wastewater by investing in staff for the maintenance and control of washing machines. The investigation also shows that the amount of wastewater could be further reduced by investing in measuring and monitoring systems for the final washers. The two solutions will generate an economic profit in the form of improved cleanliness of the engine components, reduced amount of wastewater, as well as fewer external handlings.

Keywords: residual emulsion, wastewater, millings, engine manufacturing, waste management

Department of Earth Science, Uppsala University, Box 337, SE-751 05 Uppsala, ISSN 1401-5765. Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Box 7070, SE- 750 07 Uppsala, ISSN 1654-9392

FÖRORD

Examensarbetet är det avslutande kapitlet på författarnas civilingenjörsutbildningar vid Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet. Arbetet utfördes under höstterminen år 2019 på Scantias motortillverkning i Södertälje.Handledaren för arbetet var Christina Caesar som är miljöchef på motortillverkningen på Scania. Vi vill rikta ett stort tack till Christina för all hjälp och goda råd under arbetets gång.

Emma vill även rikta ett stort tack till Marta Garcia och Jonny Eriksson, som har varit till stor hjälp för hennes del av examensarbetet. Marta bidrog med värdefull information gällande tvättmaskinerna på DM, genom möten och rundvandringar. Jonny har varit en viktig nyckelperson vad gäller kunskapen om sluttvatten på DMAEB.

För Noors del av arbetet har slipningsexperten på vevaxelavdelningen, Roope Roininen varit den mest betydelsefulla personen. Roope visade redan i tidigt skede ett stort intresse för Noors arbete och därmed har han genom en kontinuerlig kontakt bidragit med all nödvändig information och underlag vad gäller slipningsprocessen på vevaxelavdelningen. Även i sista skedet av arbetet bidrog Roope med en mycket värdefull granskning av resultatet och noggrannheten i arbetet. Noor vill därför rikta ett stort tack till Roope och önska honom en god fortsatt karriär.

Avslutningvis vill vi tacka vår ämnesgranskare Gunnar Larsson, som är forskare vid institutionen för energi och teknik på Sveriges lantbruksuniversitet.

Emma Cederwall och Noor Alsabti

Copyright © Emma Cederwall, Noor Alsabti, Institution för geovetenskaper vid Uppsala universitet, och Institutionen för energi och teknik vid Sveriges lantbruksuniversitet. UPTEC W 20 033, ISSN 1401-5765.

UPTEC ES 20 026, ISSN 1654-9392.

Digitalt publicerad i DiVA, vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, och institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala 2020.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Analys av möjligheter för miljövänlig och effektiv hantering samt reducering av restprodukter från Scantias motortillverkning

Emma Cederwall och Noor Alsabti

I Sverige deponeras en relativt stor mängd avfall årligen på grund av de miljöfarliga ämnena som finns i avfallet, som till exempel oljehaltiga ämnen och kemikalier. Det leder i sin tur till stora bildningar av deponier, vilket medför en risk för miljö och människors hälsa om farliga ämnen läcker ut i närliggande områden. En av de större källorna till avfall är de olika industrierna runt om i Sverige, som arbetar aktivt med att reducera och försöka hantera så mycket av avfallet som möjligt internt. En av dessa industrier är Scania som tillhör en av de största producenterna inom transportsektorn. Vid tillverkning av motorkomponenter tillämpas en rad olika bearbetningsprocesser som orsakar bildning av icke-återvunnet avfall som Scania dagligen måste hantera.

Examensarbetet är utfört på uppdrag av Scantias motortillverkning, med syfte att undersöka samt föreslå miljövänliga åtgärder för reducering och hantering av det icke-återvunna avfallet som bildas. I följande arbete behandlas avfall som: slipmull, spillvatten och restemulsion. Slipmull bildas vid slipning av olika motorkomponenter och på grund av de miljöfarliga ämnena som finns i slipmull, skickar Scania i dagsläget avfallet direkt på deponi hos Ragn Sells. Eftersom att det är relativt stora mängder slipmull som måste skickas på deponi innebär det stora kostnader för Scantias motortillverkning.

Restemulsion är den emulsionsvätska som inte kan återanvändas i produktionsprocesserna på grund av en längre tids användning i verkstadsmiljö. Avfall i form av spillvatten är smutsigt och förorenat vatten som uppstår vid bland annat tvättning av motorkomponenter. Det finns idag en avfallsanläggning som hanterar både spillvatten och restemulsion på Scania i Södertälje. Processvätskorna behandlas i en filtreringsanläggning med ultrafilter och indunstare som renar vätskorna från samtliga orenligheter. De miljöfarliga ämnena som har separerats från vätskan skickas till Ragn Sells för förbränning, medan det rena vattnet släpps ut till spillvattennätet. Då det i dagsläget inte är ett jämt flöde av processvätskor som skickas till Scantias interna avfallsanläggning, har anläggningen problem under vissa perioder att hantera allt som skickas till dem. Det leder till att spillvatten och restemulsion måste under vissa perioder hanteras externt hos Stena Recycling, då Scantias interna avfallsanläggning inte har kapacitet för detta.

Arbetet inleddes med datainventering och intervjuer med anställda för att erhålla en så bred informationskälla som möjligt. Därefter utfördes en mer ingående kartläggning för vardera avfallstyp för att identifiera de största avfallskällorna i motortillverkningens olika processer. Utifrån kartläggningen kunde det konstateras att vevaxelavdelningen stod för den största andelen av slipmull och för spillvatten var det cylinderblockavdelningen som stod för den största andelen. För restemulsion kunde det konstateras att samtliga avdelningar förbrukar emulsion och därmed kunde inte en särskild avdelning pekas ut som en extra stor källa. Vid samtal med anställda på by 218 var det tydligt att det inte enbart handlade om den totala mängden processvätskor som bildas, utan även vid vilken tidpunkt och period som hanteringen skedde. Anställda på by 218 ansåg att det oftast

fanns ett behov av hantering av processvätskor från flera enheter samtidigt, vilket orsakade att avfallsanläggningens kapacitet inte räckte till och processvätskorna var tvungna att hanteras externt istället.

Resultatet av examensarbetet består av flera åtgärder för reducering och förbättrad hantering av de olika avfallstyperna. För reducering av slipmull anses brikettering vara den mest lämpliga åtgärden för Scania. Brikettering av slipmull är en metod där blöt slipmull omvandlas till torra och kompakta slipmullsbriketter som kan återvinnas istället för att deponeras, vilket idag redan tillämpas av andra industrier. Trots att följande åtgärd kräver ett system med flera nya komponenter gav den ekonomiska analysen en återbetalningstid på 2,3 år. I jämförelse med Scanias rekommenderade återbetalningstider anses denna åtgärd vara ekonomiskt lönsam.

Vad gäller hanteringen av spillvatten och restemulsion presenterades ett flertal olika åtgärder som hade potential att reducera de externa hanteringarna. En av åtgärderna innefattar effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt på DM, exempelvis vad gäller rutiner för dagligt underhåll av processernas tvättmaskiner. Investering i en buffertanläggning för motortillverkningens spillvatten och restemulsion anses vara en annan effektiv åtgärd för att utjämna avfallsflödet. Processvätskorna kan bevaras i motortillverkningens egna buffertanläggning när by 218 inte har kapacitet för hantering och därmed minska de externa hanteringarna. De två åtgärderna visade sig både ekonomiskt lönsamma och miljömässigt lönsamma.

För reducering av mängden spillvatten som bildas på DM föreslogs två olika åtgärder. Det kan dels ske genom att investera i personal med uppgift att sköta och kontrollera tvättmaskinerna dagligen. Åtgärden skulle resultera i en minskning av antalet vattenbyten och därmed den totala mängden spillvatten som bildas årligen. En annan lösning som kan reducera mängden spillvatten ytterligare är installation av mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar. Lösningförslaget skulle generera en ekonomisk vinst i form av förbättrad renhet för motorkomponenterna som tillverkas på DM.

EXEKUTIV SAMMANFATTNING

Analys av möjligheter för miljövänlig och effektiv hantering samt reducering av restprodukter från Scantias motortillverkning

Emma Cederwall och Noor Alsabti

Detta examensarbete behandlar tre olika typer av icke-återvunnet avfall som bildas under bearbetningen av motorkomponenterna på Scantias enhet för motortillverkningen i Södertälje. Examensarbetet syftar främst till att undersöka samt föreslå åtgärder för reducering och en mer effektiv hantering av de tre avfallstyperna. Vidare är det tänkt att dessa åtgärder ska integreras i Scantias interna miljöprojekt, Waste Roadmap. Avfallstyperna som behandlas i examensarbetet är slipmull, som bildas vid slipning av komponenterna, spillvatten, som tvättningen av komponenterna resulterar i, samt restemulsion, som är förbrukad emulsion. Samtliga föreslagna åtgärder har tagits fram med hänsyn till både applicerbarheten på Scantias motortillverkning och den ekonomiska lönsamheten, som har analyserats genom återbetalningsmetoden.

För reducering och hantering av slipmull rekommenderas brikettering av slipmull som den mest lovande åtgärden och bör appliceras på vevaxelavdelningen, som betraktas vara den största källan till avfallet. Brikettering anses generera en god ekonomisk lönsamhet med avseende på Scantias rekommenderade återbetalningstider.

För att uppnå en effektiv och mer intern hantering av spillvatten och restemulsion föreslås två åtgärder. Ena åtgärden handlar om effektivisering av det nuvarande arbetssättet på motortillverkningen vad gäller rutiner och dagligt underhåll. Andra åtgärden, som har potentialen att minska av den externa hanteringen, innefattar en investering i en egen buffertanläggning för just motortillverkningen. Analysen av åtgärderna visade att de är både ekonomiskt och miljömässigt lönsamma.

Slutligen presenteras även två förslag till att reducera mängden spillvatten som bildas vid motortillverkningen. Detta kan genomföras, dels genom investering i personal som sköter och kontrollerar tvättmaskinerna på daglig basis, och dels genom installation av mät- och övervakningssystem för sluttvättningen. Den dagliga kontrollen av tvättmaskinerna har potential att reducera antalet vattenbyten och därmed den totala mängden spillvatten, medan mät- och övervakningssystemets resulterar i förbättrad renhet för komponenterna.

ARBETSFÖRDELNING

Emma och Noor tillhör två olika civilingenjörsprogram med separata kursmål som måste uppfyllas i examensarbetet. Med anledning av det är rapporten uppdelat sinsemellan dem.

Inledningsvis har Emma och Noor arbetat tillsammans med sammanställningen av underlag i form av avfallsstatistik, som har varit till hjälp för båda studenterna under arbetets gång. Då Emma tillhör civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik har hennes arbete fokuserat på hanteringen av processvätskor, restemulsion och spillvatten, samt reduceringen av mängden spillvatten. Noor, som läser civilingenjörsprogrammet i energisystem, har arbetat med reduceringen samt hanteringen av slipmull. Det medför att rapporten är uppdelad utifrån vardera restprodukt, där fördelningen av arbetet är sammanfattat nedan.

Gemensamma avsnitt: 1, 2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5

Avsnitt som tillhör enbart Emmas arbete: 3.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 6, 7, 10, 11, 12.2, 12.3, 13.2 och 14.2

Avsnitt som tillhör enbart Noors arbete: 3.1, 4.13, 4.14, 5, 8, 9, 12.1, 13.1 och 14.1

ORDFÖRKLARING

- **By 218:** Byggnad 218-Scantias interna avfallsanläggning i Södertälje.
- **DM:** Motortillverkning och gjuteri.
- **Emulsion:** Den vanligaste typen av skärvätska som används vid metallbearbetning av motorkomponenter på Scania.
- **Emulsionsystem:** Ett system bestående av en tank, filtrerande komponenter och ett ledningssystem, som förser metallbearbetningsprocesser med emulsion.
- **Härdning:** Värmebehandling av arbetsstycket som höjer materialets hållfasthet innan den slutliga formen på arbetsstycket uppnås.
- **ISAB:** Södertälje Industriservice AB som arbetar med industriellt underhåll.
- **Mjukbearbetning:** Metallbearbetning som sker innan härdningen av arbetsstycket.
- **Restemulsion:** All den emulsion som inte kan återanvändas i produktionsprocesserna på grund av förändrad sammansättning efter en längre tids användning i verkstadsmiljön.
- **Ragn-Sells och Stena Recycling:** Avfallshantering och återvinningsföretag.
- **Restprodukt:** Material som oavsiktligt produceras eller uppstår till följd av eller i en tillverkningsprocess av en produkt.
- **Slipmull:** En restprodukt som uppstår i samband med slipningen av vissa motor-komponenter, och består av bortslipad metall och restemulsion.
- **Spillvatten:** Avser smutsiga och förorenat vatten som inte kan återanvändas i systemen, såsom smutsigt tvättvattnet från tvättmaskinerna och skurvatten från rengöring av golv och maskiner.

Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund till avfallshantering	1
1.2	Waste Roadmap	1
1.3	Problembeskrivning	2
1.4	Syfte och frågeställningar	3
1.5	Generella avgränsningar	3
1.6	Disposition	4
2	FÖRETAGSBESKRIVNING	6
2.1	Scania CV AB	6
2.2	DM - Motortillverkning, Bearbetning och Gjuteri	6
2.3	Scania Production System, SPS	8
3	METOD	9
3.1	Metod för reducering samt hantering av slipmull	9
3.1.1	Inventering	9
3.1.2	Kartläggning	9
3.1.3	Föreslagna åtgärder	10
3.1.3.1	Kvantifiering av mängden slipmull från vevaxelavdelningen år 2020	11
3.1.4	Nyckeltal	12
3.1.4.1	Återbetalningsmetoden	12
3.1.4.2	MIKA-modellen	13
3.2	Metod för reducering och hantering av spillvatten och restemulsion	13
3.2.1	Litteraturstudie	14
3.2.2	Kartläggning	14
3.2.2.1	Reducering av spillvatten	15
3.2.2.2	Hantering av spillvatten och restemulsion	15
3.2.3	Val av enhet och nyckeltal	16
4	TEORI	17
4.1	Avfallshantering på Scania och DM	17
4.2	Emulsion	18
4.2.1	Restemulsion	19
4.3	Centrala emulsionssystem	19
4.4	Enskilda emulsionssystem	19
4.5	Metallbearbetning	20
4.5.1	Skärande metallbearbetning	20
4.5.2	Mjuk- och hårbearbetning	20
4.6	Cylinderblock	20
4.7	Standarder	22
4.8	Teknisk renhet	22
4.8.1	Tekniska bestämmelser (TB)	23
4.8.2	Kostnad för dålig renhet	23

4.9	Spillvatten	24
4.9.1	Tvättvätskor	25
4.10	Tvättmaskiner	26
4.10.1	Oljeavskiljare	27
4.10.2	Filtrering	28
4.10.3	Faktorer som påverkar rengöringsresultatet	29
4.11	Kontroll och övervakning av rengöringsprocesser	31
4.12	Mätmetoder för analys av tvättvattnets olika parametrar	33
4.13	Vevaxlar	34
4.14	Slipmull	35
5	KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING AV SLIPMULL	38
5.1	Befintliga vevaxelavdelningen	39
5.1.1	Vevaxelavdelningen år 2020	42
5.2	Hantering av slipmull	44
5.3	Val av åtgärdsförslag	45
5.3.1	Torrbearbetning och MQL	45
5.3.2	Byte av centrala emulsionssystemet	46
5.3.3	Brikettering och återförande av restemulsion	46
6	KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING FÖR REDUCERING AV SPILLVATTEN	47
6.1	Hela motortillverkningen, DM	47
6.2	Statistik för tvättmaskinerna på DM	48
6.3	Problematik med DM:s sluttvättar	51
6.3.1	Intervju med leverantören Henkel	52
6.4	Sluttvätten på DMAEB	53
6.4.1	Vattenbyten och renhetsanalyser	54
6.4.2	Kostnader för vattenbyte på DMAEB	56
6.5	Val av åtgärdsförslag för reducering av spillvatten	59
7	KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING FÖR HANTERING AV RESTEMULSION OCH SPILLVATTEN	60
7.1	Transport och tömning	60
7.2	Produktionsavdelningar	60
7.3	Spillvattentankar	61
7.4	Riktlinjer för avfallshantering på DM	62
7.5	Avfallsanläggning by 218	62
7.6	Sammanställning av statistik	65
7.6.1	Året 2017	70
7.7	Val av åtgärdsförslag för hantering av spillvatten och restemulsion	71
8	FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER FÖR REDUCERING SAMT HANTERING AV SLIPMULL	72
8.1	Brikettering och återförande av emulsion	72
8.1.1	Scanias transmissionstillverkning, DX	74
8.1.2	Munkforsågar AB	76

8.2	Applicering av brikettering och återförande av emulsion på vevaxelavdelningen	77
8.3	Utformning av det föreslagna systemet	78
9	ANALYS AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER FÖR REDUCERING SAMT HANTERING AV SLIPMULL	80
9.1	Dimensionering av systemet	80
9.1.1	Skraptransportör	81
9.1.2	Uppsamlingskärl	82
9.1.3	Brikettpress	83
9.2	Analys av övriga aspekter	84
9.2.1	Förändring i avfallshierarkin	84
9.2.1.1	Hantering av briketter	84
9.2.2	Ekonomi	85
9.2.2.1	Kostnader och intäkter för befintliga systemet	85
9.2.2.2	Kostnader och intäkter för briketteringssystemet	86
9.2.2.3	Alternativ 1	86
9.2.2.4	Alternativ 2	86
9.2.2.5	Alternativ 3	86
9.2.3	Energibesparing utanför Scania	87
10	FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER OCH ANALYS FÖR REDUCERING AV SPILLVATTEN	89
10.1	Ansvarig personal för underhåll av tvättmaskiner	89
10.1.1	Scenarier för investering i personal	90
10.2	Mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar	91
10.2.1	Produkt A	92
10.2.2	Produkt B	92
10.2.3	Produkt C	93
10.2.4	Produkt D	93
10.2.4.1	Scanias utvecklingsavdelningen DMAU	93
10.2.5	Scenarier för investering av produkter för mät- och övervakningssystem på sluttvätt	93
11	FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER OCH ANALYS FÖR HANTERING AV RESTEMULSION OCH SPILLVATTEN	95
11.1	Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt	95
11.2	Investering i buffertanläggning	96
12	RESULTAT	99
12.1	Reducering samt hantering av slipmull	99
12.1.1	Avfallsreducering	99
12.1.2	Ekonomisk lönsamhet	100
12.1.3	Energibesparing	102
12.2	Reducering av spillvatten	102
12.2.1	Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna	103
12.2.2	Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar	106
12.2.3	Analys av resultat	109

12.2.3.1	Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna	109
12.2.3.2	Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar	110
12.3	Hantering av restemulsion och spillvatten	112
12.3.1	Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt	112
12.3.2	Investering i buffertanläggning	114
12.3.3	Analys av resultat	115
12.3.3.1	Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt	116
12.3.3.2	Investering i buffertanläggning	117
13	DISKUSSION	119
13.1	Reducering och hantering av slipmull	119
13.1.1	Kartläggning och nulägesbeskrivning	119
13.1.2	Den föreslagna åtgärden	120
13.1.2.1	Avfallsreducering	120
13.1.2.2	Ekonomisk lönsamhet	121
13.1.2.3	Energibeparingen	121
13.1.2.4	Förslag för fortsatt arbete	122
13.2	Reducering samt hantering av spillvatten och restemulsion	122
13.2.1	Felkällor	123
13.2.2	Framtida studier	124
14	SLUTSATSER	125
14.1	Reducering och hantering av slipmull	125
14.2	Reducering samt hantering av spillvatten och restemulsion	125
15	REFERENSER	127

1 INLEDNING

I följande kapitel presenteras problembeskrivningen till examensarbetet, samt de frågeställningar som är i fokus. Avsnittet behandlar även Waste Roadmap och den generella avgränsningen som har gjorts i arbetet.

1.1 Bakgrund till avfallshantering

Idag bedrivs det över hundra avfallsdeponier i Sverige, där majoriteten av avfallet kommer från gruvverksamheter, industrier och hushåll. I dessa deponier ansamlas stora mängder föroreningar och miljögifter på en begränsad yta. Det kan innebära en risk för att miljöfarliga ämnen läcker ut i närliggande omgivning. Felhantering av avfallsdeponi kan vara direkt skadligt för både människa och miljö. Det är därför viktigt med tydliga regelverk och åtgärder gällande avfallsdeponier för att förhindra att en miljöskada sker (Naturvårdsverket, 2018). Under 2016 uppgick mängden avfall från transport- och motorfordonstillverkningen till 777 400 ton, där en betydande andel av avfallet skickas till deponi (SCB, 2018). Att avfallet från dessa industrier skickas till deponi beror på att avfallet många gånger består av miljöskadliga restprodukter som inte kan hanteras på ett annat sätt. Sådana restprodukter uppstår oftast vid olika former av metallbearbetning, där en mängd olika miljöskadliga ämnen förekommer. Framtagandet av miljö kvalitetsmålen samt uppmärksammandet av den miljöförstöring som deponering av industriavfall kan medföra har idag ökat miljömedvetenheten hos många stora industrier i Sverige (Sabel, 2019).

Scania är en av Sveriges största industrier, där miljöarbetet har varit högt prioriterat under många år. Optimering av fordon för ökad energieffektivitet, alternativa bränslen och elektrifiering av fordon samt smarta och säkra transporter är några av Scantias visioner för att bidra till en mer hållbar och miljövänlig transportsektor (Scania, 2015b). I samband med den varierande produktionen inom Scantias verksamhet uppstår det idag en stor mängd avfall av varierande karaktär. För att lyckas hantera avfallet på bästa möjliga vis med hänsyn till miljön har Scania utformat miljöprojektet Waste Roadmap. Syftet med Waste Roadmap är att uppnå Scantias miljömål att minska icke-återvunnet avfall med 25 % till år 2020 jämfört med år 2015 (Scania, 2016). Waste Roadmap utgör idag en utgångspunkt i miljöarbetet mot icke-återvunnet avfall inom Scania, vilket omfattar samtliga produktionsavdelningar inom företaget.

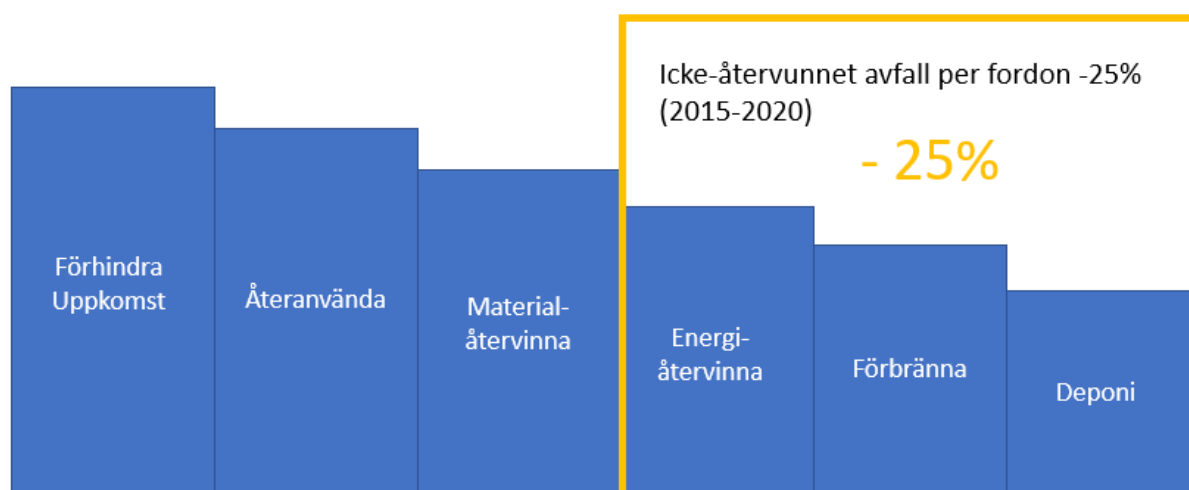
Icke-återvunnet avfall från motortillverkningen (DM) uppgick till 4855 ton år 2018 (Scania, 2019c), vilket innebär att DM var den största källan till icke-återvunnet avfall på Scantias anläggning i Södertälje det året. Med anledning av det anser Scania att det finns stor förbättringspotential både vad gäller reduktion och hantering av det avfall som bildas på DM, vilket kommer undersöks i detta examensarbete.

1.2 Waste Roadmap

Waste Roadmap är ett internt miljöprojekt som utformades år 2016 med syftet att reducera totala mängden icke-återvunnet avfall från Scantias produktion och logistik. Målsättningen med Waste Roadmap är att reducera totala mängden icke-återvunnet avfall per fordon

med 25 % år 2020 jämfört med år 2015. Samtliga enheter inom produktion och logistik, där motortillverkningen ingår, ansvarar tillsammans för att uppfylla målet med Waste Roadmap. Eftersom avfallet från olika enheter skiljer sig åt med avseende på slutprodukt och typ av processer har interna mål och projekt för respektive enhet utformats i enlighet med Waste Roadmap. I enlighet med Scanias miljöprojekt har DM formulerat sitt egna miljömål; att alla restprodukter i form av spillvatten och restemulsion ska hanteras och behandlas internt på Scanias avfallsanläggning by 218 (Scania, 2016).

I Waste Roadmap ingår även ett system för klassificering av olika typer av avfall, som bygger på EU:s avfallstrappa (Naturvårdsverket, 2019). Hierarkin i avfallstrappan baseras på den slutliga hanteringen av respektive typ av avfall, som figur 1 visar.



Figur 1: Avfallstrappan som kategoriserar olika typer av avfall med avseende på sluthanteringen. Efter (Scania, 2016)

Av figur 1 framgår det att alla typer av avfall som hanteras genom energiåtervinning, förbränning eller deponeras bör kategoriseras som icke-återvunnet avfall, och därmed prioriteras i miljöarbetet. Slipmull, restemulsion och spillvatten är avfall som i dagsläget kategoriseras av Scania som icke-återvunnet avfall. Under kategorin deponi inkluderas samtliga avfall som lämnar Scanias anläggningar utan att hanteras internt. Det finns dock andra aktörer, Ragns-Sells som exempel, som sköter hanteringen av sådant avfall (Scania, 2016). Scanias ambitioner är att minska mängden avfall som hanteras externt och på så sätt minska mängden avfall som deponeras.

1.3 Problembeskrivning

På DM appliceras idag en mängd olika tillverkningsmetoder för utformning och bearbetning av motorkomponenter. En del av dessa tillverkningsmetoder som slipning, tvättning och våtbearbetningsprocesser resulterar i stora mängder restprodukter som i dagsläget måste deponeras eller förbrännas för energiåtervinning. Slipmull som uppstår vid slipning är den största fraktionen av restprodukter, därefter kommer spillvatten från tvättmaskiner och restemulsion från våtbearbetning. För hantering av spillvatten och restemulsion finns det idag ett befintligt filtreringssystem på Scanias interna avfallsanläggning by 218 som

renar dessa vätskor från orena fraktioner för att sedan skicka vattnet till ett vattenverk för ytterligare rening, medan fraktionerna utnyttjas vid energiåtervinning hos externa aktörer. Scania har idag svårigheter att lyckas hantera dagens avfallsmängder av spillvatten och restemulsion internt och måste istället skicka stora mängder av avfallet till Stena Recycling, en extern aktör som sköter hanteringen av avfallet. Vad gäller slipmullen finns det inget befintligt hanteringssystem i dagsläget, utan allt skickas på deponi till Ragn Sells.

De restprodukter som bildas på DM medför både en miljöpåverkan och stora kostnader för Scania. Med hänsyn till ovannämnda problem och Scanias målsättning att minska sitt icke-återvunna avfall med 25 % till år 2020 tillsammans med DM:s interna miljömål, behövs förbättrad hantering och effektiv reducering av de restprodukter som bildas på motortillverkningen.

1.4 Syfte och frågeställningar

Examensarbetet syftar till att undersöka de tekniska möjligheterna att reducera samt hantera de avfall som bildas på Scanias motortillverkning (DM), i enlighet med DM:s interna miljömål och Scanias miljöprojekt Waste Roadmap.

I detta arbete ska följande undersökas:

- Undersöka förbättringspotentialen vad gäller hantering av spillvatten och restemulsion på DM i syfte att minska mängden avfall som hanteras externt.
- Undersöka potentiella möjligheter till att reducera mängden spillvatten från DM:s produktionsavdelningar.
- Undersöka potentiella möjligheter till att reducera samt hantera mängden slipmull från DM.
- Undersöka olika metoder och tekniker med avseende på effektivitet och applicerbarhet för att lösa problematiken med hantering och reducering av avfallet så kostnadseffektivt som möjligt på DM.

1.5 Generella avgränsningar

För att examensarbetet ska nå en hög teknisk nivå och behandla reducering och hantering av samtliga restprodukter på ett detaljerat sätt har vissa avgränsningar gjorts. Då motortillverkningen omfattar flera produktionsavdelningar, kommer endast de produktionsavdelningar som orsakar relativt stora avfallsmängder att vara i fokus vid reducering av restprodukter.

Inom arbetet för reduceringen och hanteringen av slipmull är produktionsavdelningen för vevaxlar i fokus, då den största delen av slipmullen på DM bildas vid denna avdelning. För att kunna redogöra och analysera de föreslagna reducerings- och hanteringsåtgärderna på ett fullständigt sätt avgränsas antalet åtgärder till en för reducering och hantering av slipmull.

Vad gäller arbetet för reducering av spillvatten är det avgränsat till produktionsavdelningen DMAEB som producerar cylinderblock. Det är med anledning av att DMAEB står för den största mängden spillvatten på DM. Eftersom spillvattnet huvudsakligen kommer från avdelningarnas tvättmaskiner, fokuserar arbetet på att finna åtgärden som reducerar mängden spillvatten från tvättmaskiner. Antalet föreslagna åtgärder för reducering av spillvatten valdes till två, med anledning av den bestämda tidsramen för arbetet.

För arbetet som behandlar hantering av spillvatten och restemulsion ingår samtliga produktionsavdelningar på DM. De föreslagna åtgärderna valdes även i detta fall till två för att visa på den förbättringspotential som finns på DM gällande hantering av avfallet. Samtliga avgränsningar i arbetet gjordes med avseende på tidsramen för examensarbetet som är 20 veckor.

1.6 Disposition

Dispositionsavsnittet syftar till att ge läsaren en överblick över uppsatsen och en beskrivning av hur de olika kapitlen är uppbyggda och kopplade till varandra.

Det andra kapitlet beskriver Scania och dess historia, samt en mer ingående presentation av verksamheten, motortillverkningen (DM) där examensarbetet genomfördes. Därefter ges en kort beskrivning av Scanias affärsmässiga filosofi som behandlar bland annat olika värderingar, principer och prioriteringar som ligger till grund för Scanias verksamhet.

Det tredje kapitlet beskriver den metod som har tillämpats i uppsatsen. Följande kapitel är uppdelat i två avsnitt, 3.1 och 3.2, där den första delen utgör metoden för reducering samt hantering av slipmull och den andra delen av metoden behandlar reducering samt hantering av spillvatten och restemulsion. Följande kapitel är en grundlig genomgång av det tillvägagångssätt som har använts genom hela arbetets gång. Detta kapitel syftar även till att ge läsaren en tydlig beskrivning av examensarbetets olika moment.

Det fjärde kapitlet utgör uppsatsens teoretiska referensram som ligger till grund för de föreslagna åtgärderna samt tolkning av de resultat som framkommit genom undersökningen. De första fem avsnitten 4.1-4.5 behandlar gemensam teori för samtliga restprodukter. Den specifika teorin för arbetet om spillvatten och restemulsion finns beskriven i avsnitt 4.6-4.12. Därefter följer avsnitt 4.13-4.14 som endast utgör teori för arbetet om slipmull.

Det femte, sjätte och sjunde kapitlet utgör kartläggningen och nulägesbeskrivningen för samtliga restprodukter. Dessa kapitel utgör den största delen av hela arbetet och syftar till att ge läsaren en mer ingående beskrivning om nuläget på DM gällande de olika restprodukterna. Kapitlen ligger till grund för de föreslagna åtgärderna som presenteras i rapporten och den tillhörande analysen för åtgärderna. Kapitel fem behandlar kartläggning och nulägesbeskrivning för arbetet med slipmull. Därefter följer kapitel sex som utgör kartläggning och nulägesbeskrivning för arbetet med reducering av spillvatten. Det sjunde kapitlet behandlar kartläggning och nulägesbeskrivning för hantering av restemulsion och spillvatten.

I det åttonde kapitlet presenteras föreslagna åtgärder för reducering samt hantering av slipmull. Det nionde kapitlet presenterar en analys av de föreslagna åtgärderna för reducering samt hantering av slipmull.

I kapitel tio presenteras föreslagna åtgärder för reducering av spillvatten tillsammans med en analys av åtgärderna. I det elfte kapitlet presenteras föreslagna åtgärder för hantering av spillvatten och restemulsion tillsammans med en analys av åtgärderna.

Det tolfte kapitlet presenterar det resultat som framkommit av undersökningen för samtliga restprodukter och är uppdelat i tre avsnitt. Första avsnittet 12.1 behandlar resultatet för undersökningen av slipmull. Det andra avsnittet 12.2 presenterar resultatet för de föreslagna åtgärderna för reducering av spillvatten tillsammans med en analysdel som analyserar resultatet utifrån arbetets frågeställningar och teori. Det tredje och sista avsnittet 12.3 presenterar resultatet för de föreslagna åtgärderna för hantering av restemulsion och spillvatten tillsammans med en tillhörande analysdel som analyserar resultatet utifrån arbetets frågeställningar och teori.

Det trettonde kapitlet utgör diskussionen för uppsatsen, vilket kan ses som en förlängning av den tidigare analysdelen. I denna del av arbetet förs en mer generell diskussion om det som kunde konstateras i rapportens analysdel kopplat till arbetets olika teoretiska delar. Syftet med diskussionen är att höja upp resultatet för de olika delarna till ett större perspektiv för att visa på de generella slutsatser som kan dras.

I det fjortonde och sista kapitlet återfinns arbetets slutsatser för de tre olika restprodukterna.

2 FÖRETAGSBESKRIVNING

I följande kapitel ges en introduktion till företaget Scania samt en mer ingående beskrivning av motoravdelningen (DM), där arbetet genomfördes. Avsnittet innehåller även en beskrivning av Scantias produktionssystem, SPS.

2.1 Scania CV AB

Scania grundades 1891 i Södertälje med produktion av järnvägsvagnar och gick då under namnet "Vagnfabriksaktiebolaget". I början av 1900-talet påbörjades tillverkning av bilar och lastbilar. Under 1915 producerades 151 fordon, där ungefär 30 procent exporterades för att sedan under mitten av 1900-talet expandera produktion och försäljning till både Europa och Latinamerika. I dag går koncernen under namnet Scania som är en världsledande leverantör av transportlösningar som tunga lastbilar, bussar, industri- och marinmotorer, samt produktionsrelaterade tjänster (Scania, 2019i).

Scania är en global organisation som opererar i mer än 100 olika länder med totalt 52 000 anställda. Omsättningen för Scania koncernen uppgick 2018 till 137,126 miljarder SEK och försäljning och leverans av lastbilar var samma år 87 995 enheter runt om i världen. Huvudkontoret finns i Södertälje, där merparten av produktionen i Sverige sker, samt även företags forskning och utveckling. Produktionen sker även i andra delar av Europa, Latinamerika och Asien (Scania, 2019e).

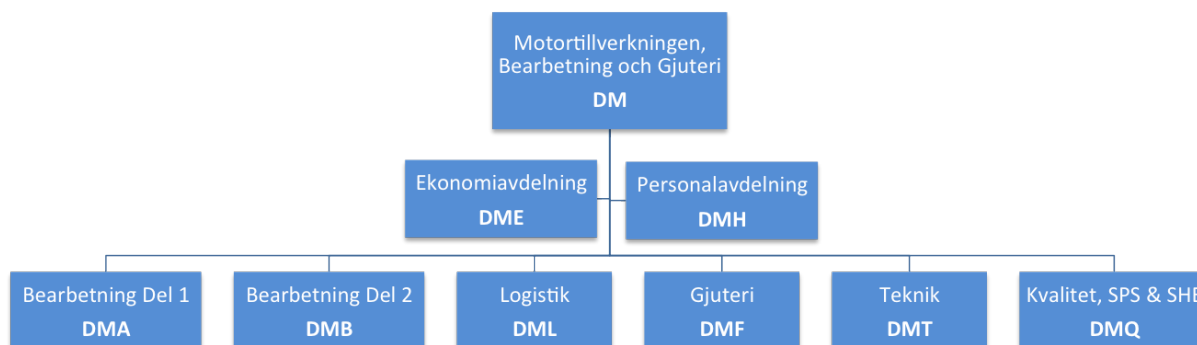
Lastbilsproduktionen är utspridd på olika platser i världen. I Oskarshamn sker den europeiska produktionen av lastbilshytter och i Luleå produceras rambalkar och bakaxelbryggor till lastbilarna. Motorer, växellådor och slutmontering av de slutgiltiga lastbilarna sker i Södertälje, Angers i Frankrike och Zwollen i Nederländerna. För den latinamerikanska marknaden sker tillverkning av växellådor i Tucumán i Argentina, medan motortillverkningen och monteringen av lastbilarna är placerad i Sao Paulo, Brasilien (Scania, 2019e).

Varje dag producerar Scania hundratals fordon och för att kunna integrera ett hållbarhetsperspektiv i alla processer arbetas det mycket med resurs- och energieffektivisering. I det ingår kontinuerlig förbättring av produktionsprocesserna för att bland annat minska koldioxidutsläpp, energi- och vattenförbrukning samt det totala avfallet. Scania är ISO-certifierade enligt standardiseringen ISO 9001:2015 och ISO:14001:2015 avseende kvalite och miljö. Förutom det har Scania även integrerat en SHE-standard i sin verksamhet som syftar till att specifika krav och standarder för säkerhet, hälsa och miljö uppfylls (Scania, 2019e).

2.2 DM - Motortillverkning, Bearbetning och Gjuteri

Motortillverkningen, Bearbetning och Gjuteri, DM, bedriver tillverkning av motorkomponenter för alla Scantias motorer samt är en del av produktutvecklingen (PD). På Gjuteriet gjuts cylinderhuvud och motorblock medan på Bearbetningen sker bearbetning av vevaxlar, kamaxlar, balansaxlar, vevstakar, cylinderfoder, cylinderblock, cylinderhuvud och motor-

block. DM är lokaliserad i olika byggnader på Scania i Södertälje och är i sin tur uppdelad i nio olika huvudavdelningar, som kan ses i organisationsschemat i figur 2. Under varje huvudavdelning finns det mindre avdelningar som ansvarar för ett specifikt område. Under Bearbetning Del 1 och Bearbetning Del 2 finns det olika produktionsavdelningarna. Under DMA finns exempelvis produktionsavdelningen, Cylinderblock (DMAEB) som bearbetar cylinderblock till motorerna och under DMB finns exempelvis produktionsavdelningen Vevaxeln del 1 (DMBSA) som bearbetar vevaxlar till motorerna (Scania, 2019h).



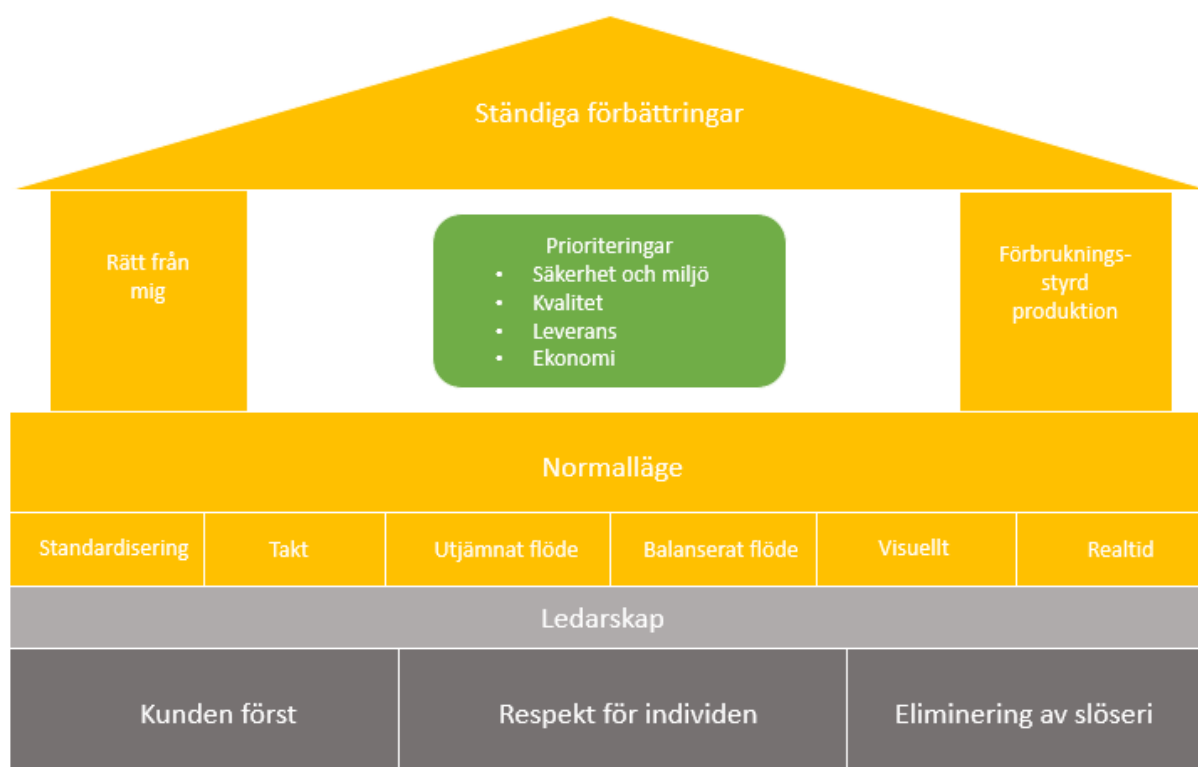
Figur 2: Organisationsschema över motortillverkningen, DM. Efter (Scania, 2019h).

Inom DM finns en specifik grupp DMQSH som har syfte att stötta verksamheten i frågor gällande bland annat avfall, kemikalier, miljö och brandskydd. På avdelningen finns även en specifik miljökoordinator som har ansvar för miljö- och kemikaliefrågor, samt frågor som rör SHE-standarder. Det finns totalt sexton SHE-områden som är baserat på Scanias hälso- och arbetsmiljöpolicy samt miljöpolicy. SHE-standard nr 16 "Utsläpp och Avfallshantering" syftar till att minimera Scanias miljöpåverkan. De SHE-krav gällande avfallshantering som alla avdelningar inklusive DM måste uppfylla på sin verksamhet är följande (Scania, 2019g):

- "Kunskap finns om vilka utsläpp som förekommer i verksamheten och vad som kan göras för att minska dem"
- "Planer finns för att minska utsläppen genom att införa bästa möjliga teknik"
- "Information finns om hur avfall ska hanteras"
- "Avfallskärl är tydligt märkta för att säkerställa korrekt sortering"
- "Oljor, kemikalier, batterier och annat riskavfall hålls åtskilt från annat avfall och hanteras så att utsläpp till luft, vatten eller mark kan undvikas"
- "Avfall sorteras så att det kan återanvändas eller återvinnas och deponering ska undvikas när så är möjligt"

2.3 Scania Production System, SPS

Scania Production System, SPS, som visas i figur 3, innehåller värderingar, principer och prioriteringar som genomsyrar all verksamhet som sker inom Scania. Grunden för modellen utgörs av tre fundamentala värderingar: kunden först, respekt för individen och eliminering av slöseri. Kunden först innebär att kunden alltid ska vara i fokus och att kundens intressen alltid ska värderas högt. Respekt för individen syftar till att alla individer i organisationen ska respekteras oberoende av position. Tredje värderingen, eliminering av slöseri, innebär att eliminera allt som inte är av värde för företaget.



Figur 3: Principerna i Scania Production System (SPS). Efter (Scania, 2015b)

Principerna i SPS består av fyra huvudprinciper som är väsentliga för en fungerande produktion inom företaget. Normalläge innebär att produktionen och arbetet ska alltid följa SPS-modellen och det standardiserade tillvägagångssätt utan större avvikelser. Rätt från mig handlar om att Scanias anställda ska utföra sina arbetsuppgifter på bästa sätt och ansvara för kvaliteten på arbetet. Förbrukningsstyrd produktion betyder att ingen produktion sker utan en efterfrågan, för att på så vis kunna undvika slöserier. Den fjärde huvudprincipen, ständiga förbättringar, medför en kontinuerlig strävan efter optimala och effektiva processer i det dagliga arbetet.

En central byggsten i SPS-modellen är Scanias prioriteringar som betraktas enligt rangordningen som visas i figur 3. Även om alla prioriteringar ska beaktas i normalläge är det viktigt att förhålla sig till rangordningen vid uppkomsten av nya situationer. Av prioriteringslistan framgår det att säkerhet och miljö ska alltid beaktas först då det är ytterst viktigt för Scania att alla anställda trivs på arbetsplatsen samt att samtliga individer

vistas i säker miljö på anläggningen. Kvalitet går före leverans eftersom det är av betydelse för Scania att endast produkter med hög kvalitet når kunden. På det viset undviks även leveransen av bristfälliga produkter. Det är viktigt att kostnader hålls på låga nivåer, dock inte på ett sätt som kan påverka ovanstående prioriteringar och därför placeras kostnader sist på prioriteringslistan (Scania, 2015b).

3 METOD

Detta avsnitt behandlar tillvägagångssättet som appliceras generellt på arbetet med samtliga restprodukter. Även nyckeltal som är av betydelse för respektive del av arbetet introduceras under detta avsnitt.

3.1 Metod för reducering samt hantering av slipmull

Tillvägagångssättet för arbetet med reduceringen och hanteringen av slipmull utgörs av delmomenten som nämns redan. Utförandet av delmomenten skedde huvudsakligen enligt ordningen som dessa nämns i, dock har vissa delmoment, som inventeringen, skett iterativt under arbetet då ny information söktes kontinuerligt under arbetets gång.

3.1.1 Inventering

Det generella tillvägagångssättet för arbetet med slipmullen bestod av olika delmoment. Arbetet inleddes med en inventering av relevanta interna dokument, avfallsstatistik från tidigare år samt publika källor med information gällande avfallet. De interna dokumenten fanns tillgängliga på Scanias databas, och innehöll relevant information från tidigare arbeten för reducering samt hantering av slipmull. Informationen från de interna dokumenten var tillräcklig för att redan i tidigt skede av arbetet kunna eliminera metoderna som inte kan appliceras på Scanias anläggning. Inventeringen av publika källor gav kunskap dels om själva avfallet, slipmull, och dels om hur andra verksamheter, där slipmull bildas, har attackerat problemet. Inventeringen av interna dokument och publika källor genomfördes iterativt under arbetets gång, och fortsattes även under det senare skedet av arbetet.

3.1.2 Kartläggning

Efter att avfallsstatistiken erhöles, utfördes en sammanställning av statistiken för året 2018, som redovisas under avsnitt 5. Sammanställningen genomfördes i programvaran Excel, och bestod av månadsvisa tabeller och diagram. Denna sammanställning var det inledande steget i kartläggningen av systemen där slipmullen bildas. Från sammanställningen var det möjligt att dra slutsatsen om vilken produktionsavdelning som stod för den största andelen av slipmullen på enheten för motortillverkningen, vilken visade sig vara vevaxel. För att bekräfta denna slutsats intervjuades flera personer med god inblick i produktionen av vevaxlar. Då vevaxel är en av de största produktionsavdelningarna på DM, krävdes en omfattande kartläggning av produktionskedjan där. Två personer som involverades i kartläggningen är Michael Franzon, senior produktionsingenjör och projektledare, och Roope Roininen, slipning- och produktionsexpert. Franzon berikade arbetet med kunskap om samtliga processer längs produktionskedjan av vevaxlarna, samt om var exakt inom

produktionsavdelningen som slipmullen bildas. Utöver detta uppmärksammade Michael även dem förändringar som förväntas ske på produktionsavdelningen under år 2020, vilka är inkluderade i arbetet. Efter att slipningen identifierades som den process som ger upphov till slipmullen, kontaktades Roope Roininen, då han anses vara den mest insatta personen i denna process. Roope var den största informationskällan på vevaxelavdelningen, och bidrog med samtliga detaljer, siffror och parametrar som utgjorde kartläggningen. Parallellt med kartläggningen utfördes även intervjuer med operatörerna på plats, som kunde besvara frågor angående den dagliga slipningen av vevaxlarna.

Då arbetet genomfördes på plats på Scantias motortillverkning var det även möjligt att observera vevaxelavdelningen på egen hand, vilket underlättade förståelsen av produktionsprocesserna och kartläggningen av systemet. Kartläggningen är det momentet som var mest tidskrävande i arbetet, och resultatet av detta moment redovisas på ett utförligt sätt under avsnitt 5 i rapporten.

I arbetet med reduceringen samt hanteringen av slipmull har endast en produktionsavdelning varit i fokus, trots att slipmull bildas vid andra avdelningar än avdelningen för vevaxlar. Främsta anledningen till varför denna avgränsning har gjorts är arbetets tidsram. Undersökning av flera produktionsavdelningar skulle innebära flera system att kartlägga, och eftersom kartläggningen av systemen är ett tidskrävande moment, skulle tidsperioden för arbetet inte räcka. Avgränsningen gjordes även med hänsyn till mängden slipmull som bildas vid respektive produktionsavdelning, och eftersom vevaxel står för ungefär hälften av mängden från DM blev därmed denna produktionsavdelning det självklara fokusområdet för arbetet.

3.1.3 Föreslagna åtgärder

I samband med kartläggningen av vevaxelavdelningen skapades en stor förståelse för problematiken med slipmullen och flera andra faktorer som orsakade den relativt väldiga mängden slipmull från vevaxelavdelningen. Därmed blev det också tydligare vilken typ av teknik som krävs för att lösa problemet, samt hur denna teknik skulle modifieras för att kunna appliceras på vevaxelavdelningen. Den föreslagna åtgärden handlar om brikettering samt återförande av restemulsion, se avsnitt 8. För att erhålla mer kunskap om denna teknik kontaktades företaget Mercatus AB, som erbjuder flera komponenter och expertis för reducering och hantering av avfall som uppstår vid industrier som Scania. En kontakt kunde etableras med Patrick Hörmann, en teknisk säljare på Mercatus AB.

Två möten arrangerades med Patrick, där han fick en utförlig beskrivning av systemet och med hjälp av hans expertis utformades den föreslagna åtgärden, som presenteras under avsnitt 8. Då systemet i den föreslagna åtgärden innehåller flera komponenter, krävdes flera beräkningar för att kunna dimensionera dessa komponenter just efter vevaxelavdelningen. Dessa beräkningar handlade framförallt om kvantifieringar av avfallet för de kommande åren, och baserades på matematiska ekvationer och ett experiment. Experimentet anses vara ett för resultatet avgörande delmoment, och utfördes för att kunna kvantifiera fukthalten i avfallet. Detta experiment ansågs vara nödvändigt i arbetet då inga underlag fanns tillgängliga för att kunna bestämma denna parameter. Experimentet genomfördes på plats med hjälp av Jan Wikström, koordinator för fastighets- och avfallsfrågor på DM.

Samtliga beräkningar och experimentet utgör grunden för analysen och appliceringen av den föreslagna åtgärden, och presenteras närmare under nästa avsnitt.

3.1.3.1 Kvantifiering av mängden slipmull från vevaxelavdelningen år 2020

Kvantifieringen av den framtida mängden slipmull från vevaxelavdelningen utfördes i två steg, och är baserad på kartläggningen av vevaxelavdelningen år 2020. Första steget i kvantifieringen bestod av en uppskattning av mängden metall som elimineras vid slipningen av vevaxlarna. Denna uppskattning utfördes för respektive emulsionssystem inom slipningsprocessen på vevaxelavdelningen, och baseras på följande parametrar för år 2020. Varför kvantifieringen baseras på parametrarna för år 2020 förklaras under avsnitt 5.2.

A = antal bearbetade vevaxlar per slipmaskin och timme

B = vikt bortslipad metall per vevaxel

C = antal anslutna slipmaskiner till emulsionssystemet

I denna kvantifiering antas samtliga slipmaskiner vid vevaxelavdelningen bearbeta lika många vevaxlar per timme. Ovannämnda parametrar erhöles från personalen vid vevaxelavdelningen, och genom följande ekvation kunde mängden bortslipad metall från respektive emulsionssystem kvantifieras:

$$\text{Vikt bortslipad metall per timme} = A \times B \times C$$

Andra steget i kvantifieringen av den framtida mängden slipmull handlade om att bestämma fukthalten i slipmullen från respektive emulsionssystem, med syftet att uppskatta mängden restemulsion som adderas till den bortslipade metallen. För att bestämma fukthalterna utfördes experiment med hjälp av koordinator för fastighets- och avfallsfrågor på DM, Jan Wikström. Nedan presenteras tillvägagångssättet i experimentet på ett stegvist sätt:

- **Uppsamling av slipmull:** Blöt slipmull samlades i 10 minuter, direkt från munstycket i emulsionssystemet. Uppsamlingen utfördes manuellt med en uppvägd hink, och mängderna slipmull och restemulsion som samlades vägdes direkt efter uppsamlingen.
- **Dränering av restemulsion:** Restemulsionen som rann ner i hinken tillsammans med det uppsamlade slipmullen dränerades i detta steg, och den någorlunda torrare slipmullen i hinken vägdes igen.
- **Handpressning av slipmull:** I detta steg handpressades slipmullen som kvarstod i hinken efter dräneringen. Detta resulterade i ännu torrare slipmull, då handpressningen frigjorde en del av den restemulsion som slipmullen binder. Efter handpressningen vägdes slipmullen som kvarstod i hinken.
- **Hydraulpressning av slipmull:** För att frigöra så mycket restemulsion som möjligt från det uppsamlade slipmullen användes en hydraulpress under detta steg. Hydraulpressningen resulterade i relativt torr slipmull och det mesta av restemulsionen frigjordes. Efter hydraulpressningen vägdes slipmullen igen.

Därefter jämfördes vikten av den hydraulpressade slipmullen som återstod efter sista steget och den totala massan av slipmull och restemulsion som samlades i hinken vid

första steget. Skillnaden i vikten motsvarade vikten av all restemulsion som läckte ut från emulsionssystemet under tiden som slipmullen samlades. Slutligen beräknades fukthalten i slipmullen enligt följande ekvation:

$$Fukthalt \ i \ slipmullen = \frac{vikt \ uppsamlad \ massa - hydraulpressad \ slipmull}{vikt \ uppsamlad \ massa}$$

Efter att vikten bortslipad metall och fukthalten i slipmullen från respektive emulsionssystem erhöles, blev det möjligt att kvantifiera den totala vikten slipmull som matas ut timvis från emulsionssystem. Beräkningen gjordes med följande ekvation:

$$Vikt \ slipmull \ per \ timme = \frac{vikt \ bortslipad \ metall \ per \ timme}{1 - fukthalten \ i \ slipmullen}$$

Resultatet från kvantifieringen redovisas under avsnitt 11.1.3.

3.1.4 Nyckeltal

För att kunna bedöma effekten av den föreslagna åtgärden för reduceringen samt hanteringen av slipmullen på Scantias motortillverkning har följande nyckeltal valts.

Första nyckeltalet som ska vara representativt för miljöpåverkan, är mängden slipmull, i kg, som deponeras under ett år. Detta nyckeltal valdes med hänsyn till arbetets första frågeställning som berör avfallsmängden, slipmull i detta fall. Nyckeltalet anses vara representativt för miljöpåverkan eftersom den ger en indikation på mängden avfall som deponeras och på så sätt belastar miljön.

Andra nyckeltalet valdes som indikation på den ekonomiska lönsamheten med den föreslagna åtgärden, och utgörs av återbetalningstiden för själva åtgärden. Valet av detta nyckeltal gjordes med koppling till andra frågeställningen i arbetet, där den ekonomiska lönsamheten är i fokus. Ytterligare en anledning till varför just återbetalningstiden valdes som nyckeltal är att Scania som företag värderar nya investeringar på detta sätt. Återbetalningstiden erhålls från den så kallade återbetalningsmetoden, som förklaras nedan.

3.1.4.1 Återbetalningsmetoden

Återbetalningsmetoden är ett verktyg som används i bedömningen av nya investeringar. Två nyckelbegrepp som är centrala för denna metod är grundinvesteringen och inbetalningsöverskottet. Grundinvesteringen utgörs av summan pengar som investeringen kräver. Denna kostnad betalas endast en gång, vilket sker i samband med investeringen. Inbetalningsöverskottet handlar om skillnaden i det årliga kassaflödet efter investeringen (Hedborg, 2011). Med hjälp av dessa parametrar kalkyleras återbetalningstiden på följande sätt:

$$Återbetalningstid = \frac{Grundinvesteringen}{Inbetalningsöverskottet}$$

Vidare användes Scantias egna investeringsmodell i kalkyleringen av återbetalningstiden för den föreslagna åtgärden. Modellen kallas för MIKA-modellen och presenteras närmare i nästa avsnitt.

3.1.4.2 MIKA-modellen

MIKA-modellen används vid investering av nya maskiner och utrustning, med syftet att undersöka den framtida ekonomiska lönsamheten för investeringen. Modellen är uppbyggd på så sätt att den jämför samtliga kostnader och intäkter för investeringsalternativet mot det befintliga läget, genom att kalkylera skillnaden i det årliga inbetalningsöverskottet för båda alternativen. Utifrån den årliga skillnaden i inbetalningsöverskottet för båda alternativen kalkyleras den förväntade återbetalningstiden för investeringen. Förutom återbetalningstiden presenterar modellen även nuvärdet av investeringen med hänsyn till inflationen. Analysen av den ekonomiska lönsamheten för briketteringssystemet avgränsas dock enbart till återbetalningstiden. Samtliga kostnader och intäkter som har matats in som input-värden till modellen presenteras i senare avsnitt, dock anges inga storheter på dessa värden då det anses vara känslig information för Scania.

3.2 Metod för reducering och hantering av spillvatten och restemulsion

Metoden för arbetet bearbetades fram i enlighet med syftet och frågeställningarna som tagits fram för examensarbetet. Då syftet med arbetet är att undersöka de tekniska möjligheterna till att reducera samt hantera det avfall som bildas på Scantias motortillverkning DM, krävs att metoden som används tillåter ett stort antal undersökningsobjekt som studeras och i detta fall är det samtliga produktionsavdelningar på DM. En förutsättning för att undersökningen av hantering samt reducering av spillvatten och restemulsion skulle kunna vara både generaliserad för hela DM samt mer specificerad till väl valda avdelningar valdes att använda både kvantitativ och kvalitativ metod. En kvantitativ metod syftar till att samla in och analysera empiriska och kvantifierbara data (Nationalencyklopedin, u.å.[c]), för detta arbete gäller det avfallsstatistik. En kvalitativ metod syftar till att samla in och analysera information samt data i form av intervjuer och egenobservationer (Nationalencyklopedin, u.å.[b]). Styrkan i att använda sig av en blandad metod är att det kan ge en djupare förståelse och en förstärkt förklaring till både undersökningen och dess resultat (Johnson m. fl., 2007).

För den kvantitativa metoden har avfallsstatistik för hela DM används, samt interna dokument rörande avfallet på Scania. Detta möjliggjorde en snabb överblick över en stor mängd data och material. Med hjälp av en kvantitativ ansats kan det föras ett relativt säkert resonemang om de förhållanden som har framkommit från sammanställningen av DM:s avfallsstatistik. En fördel med följande metod är att undersökningsobjekten är opersonliga (Jacobsen, 2002), i detta fall gäller det avfallsstatistiken och de interna dokumenten. Det betyder att det inte finns några personliga åsikter eller värderingar som kan ha haft en inverkan på resultatet. En nackdel med en kvantitativ metod är att den inte kan gå in på djupet (Jacobsen, 2002), eftersom det är oftast stora mängder data som behandlas. I detta fall balanseras det upp med hjälp av att arbetet även utgår från en kvalitativ metod, vilket ger uppsatsen ett större djup.

För den kvalitativa metoden har intervjuer, studiebesök och direktobservationer legat till grund för stora delar av kartläggningen för reducering och hantering av spillvatten och restemulsion. Eftersom DM är en så pass stor verksamhet var det nödvändigt att ha mycket

direktkontakt med både operatörer och produktionsansvariga för att ha möjlighet att förstå verksamheten. Då arbetet genomfördes på plats på motoravdelningen på Scania fanns det goda möjligheter att utföra direktobservationer på DM:s olika produktionsavdelningar samt Scantias interna avfallsanläggning by 218. En fördel med följande metod är att den tillåter att gå in mer på djupet om ämnet, i detta fall genom direktinformation av ansvarige tekniker ute på produktionen och därmed få en bättre insyn i verksamheten (Jacobsen, 2002). Nackdelen med följande metod är att den är mer subjektiv eftersom den tar hänsyn till olika personers åsikter (Jacobsen, 2002). Det är därför viktigt att ha en spridning på de personer som intervjuas för att erhålla en så nyanserad bild som möjligt. Det finns även en större osäkerhet när kvalitativ data används eftersom det utgår från olika personers uppfattning och tyckande.

3.2.1 Litteraturstudie

En kortare litteraturstudie genomfördes i syfte att erhålla mer kunskap och djupare förståelse för avfallshantering inom fordonsindustrin och för de restprodukter, spillvatten och restemulsion, som skulle behandlas i rapporten. Efter genomförd kartläggning utfördes ytterligare en kortare litteraturstudie för de åtgärder som föreslogs för hantering och reducering av spillvatten och restemulsion på DM. För att ta del av den dagsaktuella kunskapen om ämnet omfattar litteraturstudien rapporter och artiklar skrivna av forskare, branschkunniga och myndigheter.

Uppsala universitets egna databas har används för artiklar och böcker för arbetet med spillvatten och restemulsion. Därutöver har även följande databaser används under arbetets gång: Science Direct, Academia, Springer Nature och Elsevier. Mycket av informationen i arbetet om reducering och hantering av spillvatten och restemulsion har även hämtats från Scantias interna hemsida. All statistik som har använts under arbetets gång har inhämtats från Scantias interna databas.

Gällande regelverk, standarder och direktiv har information hämtats från olika källor. Naturvårdsverket, Svenska Institutet för Standarder, Boverket och VDA: Verband der Automobilindustrie.

3.2.2 Kartläggning

Vid sidan om litteraturstudien genomfördes en datainsamling av avfallsstatistik för spillvatten och restemulsion som bildades på vardera produktionsavdelning under åren 2017 och 2018, samt hur mycket av spillvattnet och restemulsionen som hanterades externt de åren på DM. Information om avfallet och relevanta dokument från Scantias interna hemsida granskades för att erhålla en djupare förståelse för ämnet och den problematik som idag råder på DM gällande reducering och hantering av spillvatten och restemulsion. All statistik för de två åren sammanställdes i tabeller och diagram i Excel för att få en överblick över vilka avdelningar som stod för det största mängden avfall på DM. För arbetet gällande hantering behandlades samtliga produktionsavdelningar på DM, medan för reducering valdes att koncentrera arbetet till en avdelning på DM. Arbetsgången för hanteringen och reduceringen har skilt sig åt relativt mycket, därför ges en mer ingående beskrivning av tillvägagångssättet för vardera moment i de två avsnitten nedan.

3.2.2.1 Reducering av spillvatten

Utifrån den sammanställda statistiken kunde det konstateras att det var en specifik produktionsavdelning på DM som stod för den största mängden spillvatten. Arbetet med reducering av spillvatten valdes därför i huvudsak att koncentreras till den avdelningen, DMAEB som producerar cylinderblock. För att förstå vilken process i produktionen av cylinderblock som bildar den största andelen spillvatten, diskuterades ämnet med gruppchefen för DMAEB, Daniel Ramström. Det kunde konstateras att det var från de två tvättmaskinerna längs med avdelningen som var den största källan till spillvatten. Det påbörjades därav ett arbete med att undersöka tvättmaskinernas funktion och försöka förstå anledningen till de stora mängderna vatten som förbrukades årligen från tvättmaskinerna. Följande information hämtades från intervjuer, möten och direktobservationer ute på produktionen. I ett relativt tidigt skede av utredningen kunde det även konstateras att sluttvätten var den tvättmaskin som stod för den största mängden spillvatten på samtliga produktionsavdelningar, där sluttvätten på DMAEB stod för den största andelen spillvatten jämfört med samtliga sluttvättar på DM. Därav valdes att avgränsa mycket av studien till sluttvätten på DMAEB.

För att arbetet med spillvattnet inte skulle bli allt för inriktad på en avdelning, i detta fall DMAEB, valdes att även intervjua operatörer samt utföra direktobservationer på samtliga produktionsavdelningar gällande tvättmaskinerna. Med ett sådant tillvägagångssätt kunde en samlad förståelse för nulägesituationen för DM:s samtliga tvättmaskiner erhållas. Kartläggningen av tvättmaskinerna på DM och mer specifikt sluttvätten på DMAEB gav förståelse och kunskap om olika problem som kan kopplas till de stora mängderna spillvatten som förbrukas årligen.

Med underlag från kartläggningen formulerades två olika åtgärdsförslag som ansågs ha potential att reducera mängden spillvatten från tvättmaskinerna på DM. Åtgärderna finns beskrivna och analyserade i kapitel 10. För att undersöka de föreslagna åtgärderna formulerades olika scenarier. Resultatet från scenarierna analyserades utifrån aspekter som: ekonomisk lönsamhet, reducering av spillvatten, effektivitet och applicerbarhet. Data och information som användes i beräkningarna för de olika scenarierna är baserat på melantvätten och sluttvätten på DMAEB. Det var nödvändigt att göra denna avgränsningen med hänsyn till arbetets tidsram. Utifrån resultatet från de olika scenarierna har det även förts ett mer allmänt resonemang om situationen för samtliga tvättmaskiner på DM idag.

3.2.2.2 Hantering av spillvatten och restemulsion

Utifrån sammanställningen av avfallsstatistiken kunde det konstateras att år 2017 skickade DM betydligt större mängder spillvatten och restemulsion till extern hantering jämfört med år 2018. För att skapa en större förståelse för hanteringen av spillvatten och restemulsion på DM påbörjades ett arbete att identifiera de bakomliggande orsakerna till varför mycket av avfallet på DM hanterades externt de två åren.

Arbetet bestod till största del av att intervjua olika nyckelpersoner inom ämnet, samt platsbesök både på DM:s egna produktionsavdelningar men också på andra avdelningar på Scania i Södertälje. Det genomfördes två platsbesök på Scantias interna avfallshantering

by 218, tillsammans med två mer ingående intervjuer om hanteringen av spillvatten och restemulsion med Nenad Janjetovic som har arbetat många år på by 218.

I arbetet med hanteringen har även mycket av informationen erhållits från de ansvariga i emulsiongruppen på DM. Utöver det har det genomförts ett antal intervjuer med operatörer ute på avdelningarna, samt telefonkontakt med Björn Säfström som arbetar på företaget ISAB som har hand om tömning och rengöring av tankar, emulsionssystem och tvättmaskiner på DM. Efter en djupgående kartläggning av hanteringen kunde de existerande problemen på Scania identifieras och arbetet övergick till att hitta åtgärdsförslag till problempunkterna.

Med underlag från kartläggningen formulerades två olika åtgärdsförslag som ansågs ha potential att förbättra hanteringen av spillvatten och restemulsion på DM. Åtgärderna finns beskrivna och analyserade i kapitel 11. För att undersöka de föreslagna åtgärderna formulerades olika fall. Resultatet från fallen analyserades utifrån: ekonomisk lönsamhet, reducering av externa hanteringar, reducering av avfall, effektivitet och applicerbarhet.

3.2.3 Val av enhet och nyckeltal

Med anledning av att antalet motorer som producerades år 2017 och 2018 skilde sig åt, valdes nyckeltalet kg/motor för att kunna göra en representativ jämförelse av mängden avfall som bildades de två åren. Det valdes med hänsyn till både första och andra frågeställningen som berör avfallsmängden av spillvatten och restemulsion. Nyckeltalet används för att visa på miljöpåverkan, eftersom det ger en indikation på hur mycket avfall som måste hanteras och behandlas årligen för att Scania och DM:s avfallsmål ska nås.

Den avfallsstatistik som erhöles under kartläggningen för både spillvatten och restemulsion hade enheten kubikmeter (m^3). Eftersom restemulsion på DM består till ca 95 % av vatten, gjordes ett antagande att en kubikmeter av respektive restprodukt motsvarar 1000 kg. För en del grafer och tabeller i resultatdelen har mängden avfall valts att beskrivas med enheten kubikmeter istället för kilogram, med anledning av att författaren ansåg att detta enhetsmått var mer begripligt för läsaren.

För investeringar i produkter och anläggningar har återbetalningstid använts som nyckeltal för att beskriva den ekonomiska lönsamheten. Återbetalningstiden erhålls genom att använda sig av den så kallade återbetalningsmetoden, som finns beskriven i tidigare avsnitt 3.1.4.1. Nyckeltalet valdes eftersom den sista frågeställningen behandlar lönsamhet, samt vid nya investeringar använder Scania sig av återbetalningsmetoden för att undersöka om det är lönsamt att investera eller inte.

4 TEORI

I följande kapitel redovisas de teoretiska delar som är relevanta för att erhålla djupare förståelse kring de ämnen som tas upp senare i rapporten som ligger till grund för att besvara rapportens syfte och undersökningsområden.

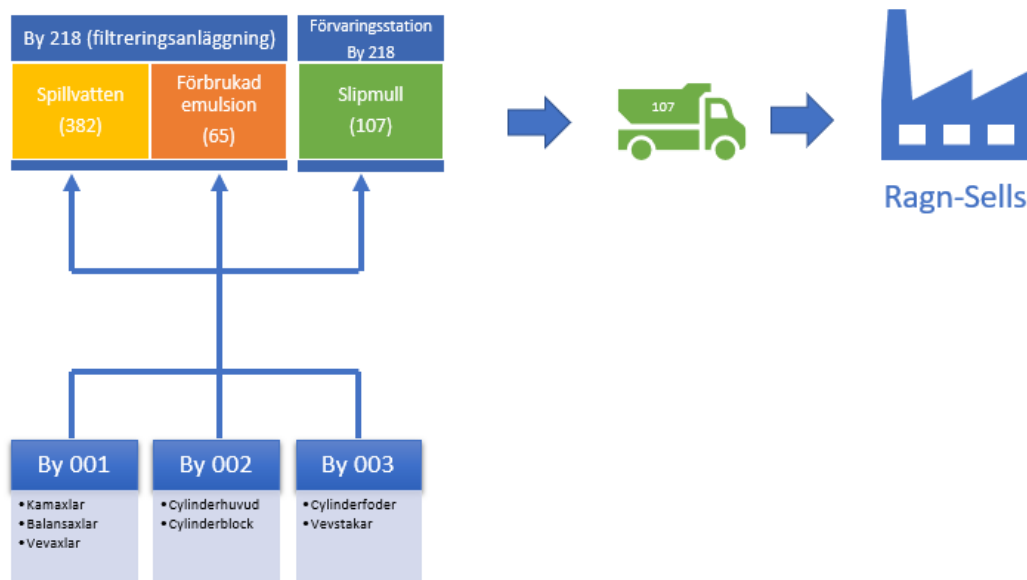
4.1 Avfallshantering på Scania och DM

På Scania bedrivs ett kontinuerligt arbete att minska mängden avfall från de olika avdelningarna. Avfall som behöver deponeras är särskilt prioriterat inom hela Scania. Det finns lokala miljöstationer, en central sorteringsramp samt en central anläggning (by 218) som är till för uppsamling, behandling och sortering av avfall (Scania, 2019a).

Från DM skickas avfall som slipmull (107), restemulsion (65) och spillvatten (382) från de olika processerna i produktionen. Siffrorna presenterar avfallskoden för respektive avfall. På avfallsanläggningen by 218 hanteras restprodukterna olika beroende på avfallet. Vad gäller slipmull finns det idag ingen hantering på Scania, utan varje produktionsavdelning samlar sitt slipmull i containrar som skickas till avfallsanläggningen by 218 där det förvaras tills att lastbilar från Ragn-Sells kommer och hämtar avfallet (Scania, 2019a).

Restemulsion uppkommer från bearbetningsprocesser som fräsning och slipning där emulsion används i processerna. Medan spillvattnet uppstår när produkterna tvättas i tvättmaskinerna, läckage från maskinerna samt skurning av golv. Båda restprodukterna samlas upp i tankar eller behållare för att sedan skickas till den interna avfallsanläggningen by 218. Väl på plats behandlas både spillvattnet och restemulsionen i en filtreringsanläggning med ultrafilter och indunstare som renar vätskorna från olja, kemiska ämnen och andra orenligheter. Efter att spillvattnet och restemulsionen har filtrerats skickas det extraherade koncentratet som består av miljöfarliga ämnen till Ragn-Sells där det förbränns, medan det rena vattnet skickas via spillvattennätet till Himmerfjärdsverket. Av den årliga totala mängden av emulsion och spillvatten är det ungefär 10 % som går till förbränning, vilket resulterar i energiåtervinning, medan resterande blir till nytt vatten (Scania, 2019a).

DM har som mål att hantera all restemulsion och spillvatten internt i Scantias filtreringsanläggning på by 218. På Scantias interna avfallsanläggning finns det två buffertsystem på 30 m³ respektive 50 m³ som används när filtreringsanläggningen inte har kapacitet att ta hand om det spillvatten och restemulsion som har skickats. Trots att det finns befintliga buffertsystem förekommer det tillfällen då avfallsanläggningen inte har möjlighet att ta emot spillvatten och restemulsion från DM. Då skickas avfallet istället direkt till Stena Recycling alternativt till Ragn-Sells och för dessa fall räknar Scania avfallet som 100 % icke-återvunnet. Utkörningar för extern hantering är mer kostsamma i jämförelse med om avfallet hade hanterats internt på Scania. Det är därför av betydelse att försöka förhindra och minimera dessa externa utkörningar (Scania, 2019a). Figur 4 nedan illustrerar flödet för respektive avfallstyp.



Figur 4: En schematisk bild över hur hanteringen av restprodukterna slipmull, spillvatten och restemulsion sker på Scanias anläggning i Södertälje.

4.2 Emulsion

Emulsion är en blandning av två eller fler vätskor som är olösliga i varandra, som exempelvis vatten och olja. I en emulsion är små vätskedroppar utspridda i en annan vätska (Nationalencyklopedin, u.å.[a]). På Scania klassas emulsion som en vattenbaserad skärvätska som innehåller olja, konserveringsmedel, emulgator och korrosionsskydd (Scania, 2015a). Emulsion används hos samtliga bearbetningsavdelningar på DM, främst för att underlätta bearbetningsprocesserna genom att skydda maskinerna och de bearbetade artiklarna mot korrosion, transportera bort spåner, minska friktionen mellan verktyg och arbetsstycke samt hålla maskinen ren. Den vattenbaserade emulsionen som används på Scania är 5 % emulsion (Scania, 2015a). Emulgatorn är ett viktigt ämne i emulsionen då det förhindrar att oljedropparna separeras från vattnet och är istället jämt fördelade i vätskan. Syftet med korrosionsskyddet är att höja pH-värdet för att produkten ska kunna buffra och konserveringsmedlet tillsätts för att motverka bildning av bakterier, svamp och mögel i emulsionen (Nationalencyklopedin, u.å.[a]).

Efter en viss tids användning av emulsionen i verkstadsmiljö förändras den och måste bytas ut vid jämna mellanrum. Hur ofta som emulsionen måste bytas ut beror på vilken bearbetningsprocess den används till. På Scania är fel koncentration den största orsaken till dumpning av emulsion. För låg eller för hög koncentration i emulsionen ökar risken för rost, mögel, verktygsförslitningar, sämre livslängd, sämre bearbetning och skumbildning. Det leder i sin tur till stora kostnader för Scania då det är kostsamt att byta ut stora mängder emulsion kontinuerligt. För att minimera och förebygga ovanstående problem med emulsionen är det viktigt att sköta om emulsionssystemen noggrant, ta regelbundna provtagningar och analyser samt förebygga kontaminering i så stor utsträckning som möjligt, exempelvis vid ombyggnationer (Scania, 2015a).

4.2.1 Restemulsion

För att skilja på den emulsion som används i produktionsprocesserna och den emulsion som skickas till avfall, har benämningen restemulsion valt att användas. Restemulsion är därmed all den emulsion som inte kan återanvändas i produktionsprocesserna på grund av förändrad sammansättning efter en längre tids användning i verkstadsmiljön. Förändrad sammansättning kan bero av många olika anledningar, men några av dem är förändrad koncentration, förändrat pH-värde och förändrad salthalt. Kontaminering av smuts och föroreningar samt tillväxt av bakterier är också anledningar till att restemulsioner uppstår. När restemulsionen har tömts från systemen skickas det som avfall till avfallshanteringen för behandling i Scantias filtreringsanläggning (Scania, 2015a).

4.3 Centrala emulsionssystem

Enligt Spomenko Kovacek¹, är samtliga produktionsavdelningar inom motortillverkningen, förutom den för vevstakar, kopplade till egna centrala emulsionssystem, där emulsionen cirkulerar. Emulsionen från de centrala emulsionssystemen förs till samtliga bearbetningsprocesser längs produktionsavdelningen, det vill säga alla processer där våtbearbetning tillämpas. Efter att ha passerat produktionsavdelningen återförs den förbrukade emulsionen till det centrala emulsionssystemet där den filtreras genom filterpapper som extraherar metallspån, sliprester och andra fraktioner som har tillkommit under bearbetningsprocesserna. Slutligen återförs den filtrerade emulsionen till samtliga bearbetningsprocesser. Det separerade metallspånet passerar en centrifug som torkar spånet, för att sedan transporteras till gjuteriet där det återvinns som nytt material. Alla sliprester som fastnar på filtreringspappret skrapas bort och klassas som slipmull.

Det sker en daglig kontroll av kvalitén och koncentrationen av emulsionen av emulsionsgruppen för att upprätthålla det önskade oljekoncentratet. Kontrollen är nödvändig eftersom felaktiga koncentrationer och minskad renhet i emulsionen kan påverka produktionen på ett negativt sätt i form av bristfälliga artiklar. Förutom den dagliga kontrollen sker även periodvisa tömningar av de centrala emulsionssystemen, med syftet att rengöra systemen. Vid de periodvisa tömningarna av de centrala emulsionssystemen filtreras vattnet bort från oljefraktionerna, och sparas i bufferttankar under tiden som underhållet i emulsionssystemen pågår. Därefter återförs vattnet tillsammans med ny oljekoncentrat, vilket blir ny emulsion, tillbaka i emulsionssystemen. Vid dessa periodvisa tömningarna är det endast oljefraktionerna i emulsionen som betraktas vara avfall, vilket motsvarar en volym på cirka 10-20 % av emulsionen. Genom förvaringen av vattnet undviker man deponeringen av all emulsion, berättar Spomenko Kovacek.

4.4 Enskilda emulsionssystem

Utöver de stora emulsionssystemen, förekommer det även mindre enskilda emulsionssystem inom produktionsavdelningarna, uppger Christian Selenius². Dessa emulsionssystem är oftast kopplade till enskilda processer inom produktionsavdelningarna, till skillnad från

¹Spomenko Kovacek (2019). Intervju. Personal på emulsionsgruppen på DM.

²Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

de centrala systemen där emulsionen flödar genom flera bearbetningsprocesser. Syftet med dessa enskilda emulsionssystem är att förse specifika bearbetningsprocesser med rätt emulsion. Storleken på dessa emulsionssystem beror på vilken process som systemen är anslutna till och dess storlek varierar mellan 1,5 till 18 kubikmeter. Kontroll och underhåll av mindre emulsionssystem sköts av operatörerna på respektive produktionsavdelning där systemen ingår, och även tömningarna och rengöringen av dessa system sker annorlunda jämfört med de centrala systemen, enligt Spomenko Kovacek³. Eftersom inga bufferttankar finns vid de enskilda systemen är det inte möjligt att förvara vattnet vid tömningarna, vilket leder till att all emulsion räknas som avfall och skickas till by 218.

4.5 Metallbearbetning

Begreppet metallbearbetning används inom de flesta industrierna där någon form av metall bearbetas. Fräsning, pressning, svarvning och slipning är några exempel på processer som inkluderas i metallbearbetningen. Syftet med metallbearbetningen är oftast att ändra formen på arbetsstycken till den önskade produkten, vilket sker i flera steg och med olika typer av processer (Gnosjöregionen, 2017). Metallbearbetning tillämpas inom nästan alla produktionsavdelningar på Scantias motortillverkning, och eftersom olika produkter tillverkas inom respektive produktionsavdelning förekommer det även en stor variation av metallbearbetningsprocesser. Nedan beskrivs några kategorier inom metallbearbetning, som anses vara relevanta för detta arbete.

4.5.1 Skärande metallbearbetning

Inom skärande metallbearbetning ingår processer där en del av arbetsstycket avverkas med ett skärande verktyg. Förutsättningarna för att skärande bearbetning ska vara genomförbar är att det skärande verktyget ska vara hårdare än arbetsstycket samt att arbetsstycket är skärbart. Skärbarheten i arbetsstycket beror framför allt på materialets kemiska egenskaper. Exempel på processer som klassas som skärande metallbearbetning är svarvning, gängning, fräsning och slipning (Sandvik, 2019).

4.5.2 Mjuk- och hårbearbetning

Samtliga metallbearbetningsprocesser som förekommer innan härdning av arbetsstycket kategoriseras som mjukbearbetning, medan processer som sker efter härdning hör till hårbearbetning. Härdning, som är en värmebehandling av arbetsstycken, förändrar materialegenskaper i arbetsstycken i form av högre grader av hårdhet och hållfasthet (Davis, 2002). Av den anledningen tillämpas olika processer innan och efter härdning. Mjukbearbetningen på Scantias motortillverkning består oftast av svarvning och fräsning, medan slipning oftast tillämpas under hårbearbetningen.

4.6 Cylinderblock

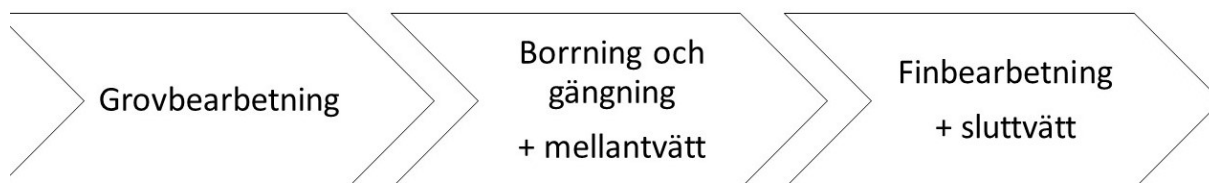
En av artiklarna som produceras på DM är cylinderblock, de kan innehålla en eller flera cylindrar med en mängd olika delar monterade. Det är antalet cylindrar som bestämmer motors storlek (Grieshaber och Raatz, 2014). Motorblocken blir till genom gjutning och

³Spomenko Kovacek (2019). Intervju. Personal på emulsionsgruppen på DM.

enligt Andreas Larsson⁴ som är gruppchef på Gjuteriet på Scania är gjutning av cylinderblock en komplicerad tillverkningsprocess som sker i sandformar. Sandkärnorna skapar form till bland annat blockets cylindrar. Därefter gjuts den sammansatta sandformen genom att smält järn hålls i former som sedan får stelna. Sandformen slås sedan sönder på ett skakbord för att sedan rensa bort sand från det färdiggjutna blocket (Grieshaber och Raatz, 2014).

Motorblocket är trycksatt med olika kanaler av luft, vatten och olja, där vatten och luft verkar som nedkylning av motorn (Grieshaber och Raatz, 2014). På de ytor i motorblocket som det flödar olika medium finns det specifika krav på hur rena dessa ytor måste vara efter produktion för att motorblocket ska vara godkänt för försäljning. Det finns uppsatta renhetskrav för samtliga ytor på motorblocket som måste följas (Scania, 2019l). En mer detaljerad beskrivning av renhetskraven ges under avsnitt Teknisk Renhet 4.8.

Enligt Larsson bearbetas endast en typ av cylinderblock på produktionsavdeln ingen DMAEB, D13-block, som gjuts i Scantias gjuteri i Södertälje eller i Tyskland. Bearbetningen av cylinderblocken sker i ett rakt flöde som är helautomatiserat, där blocken förflyttas med transportband. Daniel Ramström⁵ som är gruppchef på DMAEB beskriver produktionsflödet i tre övergripande steg, där följande processer är centrala; grovbearbetning, borrarning och gängning, mellantvätt, finbearbetning och sluttvätt. Nedan i figur 5 ses ett flödesschema över bearbetningsprocessen på avdelningen DMAEB.



Figur 5: Flödesschema över bearbetningsprocessen för cylinderblocken på avdelningen DMAEB.

1. Grovbearbetning

Det första steget av processen består av grovbearbetning av cylinderblocket. Under åtta olika steg sker fräsning av blockets plan, borrarning av ramlager och kamaxelhål, borrarning av oljehål samt grovborrarning av cylinderlägena.

2. Borrarning och gängning

Detta produktionssteg sker i sex separata operationer. Det borraras och gängas hål på alla sidor om blocket innan det transporteras in till mellantvätten. Från bägge stegen i grovbearbetningen och följande operationer är det mycket järnspån som följer med blocket in i mellantvätten. Syftet är avlägsna så mycket spån som möjligt från komponenten och därav behövs det ingen precision i tvättningen. Därefter monteras ramlageröverfallen på blocket i en robotstation.

⁴Andreas Larsson (2019-11-27). Referensbesök. Andreas arbetar som gruppchef inom industriteknik på Gjuteriet.

⁵Daniel Ramström (2019-11-27). Referensbesök. Daniel arbetar som gruppchef på DMAEB.

3. Finbearbetning

Det sista steget är uppdelat i tio separata operationer. I stegen ingår finfräsning av blockets olika plan, montering av ramlager och andra komponentdelar. Vidare transporteras blocket in i sluttvätten där den slutgiltiga rengöringen utförs. Efter tvättningen monteras pluggar innan blocket täthetstestas och slutkontrolleras. Var fjärde vecka utförs renhetsrevisioner på blocken där antalet partiklar och partikelstorleken undersöks. Det är av stor betydelse att blocken blir tillräckligt rena i sluttvätten för att de ska kunna skickas till slutmontering.

4.7 Standarder

Huvudsyftet med standarder är att skapa transparenta och enhetliga rutiner som alla kan enas kring för att erhålla högre kvalitet och undvika allmänt missförstånd. Standardiserade verksamheter medför effektivare och mer resurssnål produktion (Boverket, 2018). En vanligt förekommande standardverktyg är ISO 9000 som ligger till grund till alla standarder inom området kvalitetsledningssystem, där ISO står för den Internationella Standardiseringsorganisationen. Inom serien finns den internationella standarden ISO 9001 som är för fastställande av kvalitetsledning. ISO 9001 beskriver hur verksamheten ständigt kan förbättras och utvecklas för att möta kundens behov samtidigt som de interna arbetssätten ses över för att öka kvalitén och samtidigt minska de generella kostnaderna (SIS, 2015). För tillverkare av fordonskomponenter och reservdelar som Scania krävs särskilda krav vid tillämpning av ISO 9001 och dessa krav finns specificerade i ISO/TS 16949 (Scania, 2019j).

Det finns olika generella standarder som behandlar renhetsteknik, både internationella och nationella som används inom fordonsindustrin. Två internationella standarder som behandlar renhet inom fordonsindustrin är ISO 16232 och ISO 4406 (Scania, 2019j). Ytterligare en organisation som upprättar standarder inom fordonsindustrin är VDA (Verband der Automobilindustrie), en tysk organisation inom fordonsindustrin. Deras standarder används både nationellt och internationellt för att säkerställa god kvalitet inom olika aspekter, där renhet är en av dem (VDA, 2016).

Scania har utifrån de ovannämnda standarderna arbetat fram egna standarder som behandlar renhet utifrån deras verksamhet. Scania standarder (STD) gäller globalt inom Scania och i förekommande fall även för leverantörer samt återförsäljare. Syftet med att implementera egna standarder kopplade till verksamhet är att förbättra effektiviteten och kunskapen inom företaget. Scanias standarder inom teknisk renhet är STD 4189 och STD 4540 (Scania, 2019j).

4.8 Teknisk renhet

För att upprätthålla renhet i Scanias tekniska system och på alla komponenter som tillverkas finns det specifika renhetskrav och riktlinjer som måste följas på alla DM:s artiklar. En av Scanias överordnade standarder vad gäller renhetsteknik är STD 4189, som behandlar renhetsnivå för komponentens olika ytor med avseende på partikulära föroreningar. Det är ISO 4406 som ligger till grund för Scanias standard för renhetsteknik. Renhetskraven är

upprättade med syfte att förhindra att smutspartiklar finns på artiklarna som kan orsaka motorhaveri, akuta driftstopp, läckage, samt förkortad livslängd genom slitage på lagerytor och kugghjul. Renhetsangivelsen för en specifik artikel är angivet på ritningen utifrån de tekniska bestämmelserna (TB), som är ett kravdokument upprättat av Scania som är ett ofrånkomligt krav och utgår från Scantias standarder för teknisk renhet (Scania, 2019l).

För att kontrollera att artiklarna uppfyller renhetskrav och Scantias standarder skickas komponenter som exempelvis cylinderblock till ett renhetslaboratorium där renhetsanalys utförs. Den tekniska renhetsanalysen består av att identifiera antalet partiklar och dess storlekar på produkten med hjälp av ett optiskt mikroskop i enlighet med ISO 4406. Efter att renheten på komponenten mäts upprättas en renhetsrevision som beskriver om komponenten har uppnått de bestämda renhetskraven eller inte. Testerna utförs veckovis alternativt månadsvis beroende på komponentens uppsatta kravspecifikationer. Vid avvikande renhetsresultat på en komponent finns det rutiner för vad som måste genomföras innan produktionsavdelningen kan återuppta produktion av komponenten. När sådana rutiner genomförs måste all produktion upphöra på den driftsenheten vilket leder till ökade kostnader och förseningar i produktionen. Renhetskraven på Scantias motorkomponenter har ökat på grund av att kraven på motorerna är högre än tidigare, detta på grund av att motorerna ska klara av en högre belastning, längre livslängd samt lägre bränsleförbrukning (Scania, 2019l).

4.8.1 Tekniska bestämmelser (TB)

Tekniska bestämmelser är ett kravdokument som är upprättat av Scania, som innehåller både generella krav och förtydligande krav för den specifika komponenten. TB upprättas för att fastställa krav som gäller för ett specifikt artikelområde som oljeläckagekrav, miljötålighet och renhetskrav för en komponent. På ritningarna står det angivet vilka tekniska bestämmelser som gäller för komponentens olika ytenheter. Beroende på vad för medium (vatten, olja, bränsle etc) som flödar på den specifika ytan hos komponenten när motorn är i drift gäller olika tekniska bestämmelser. I den tekniska bestämmelsen anges de tillåtna renhetsnivåerna baserat på mängden partiklar och dess storlek för de ytor som är i kontakt med mediumet. I den tekniska bestämmelsen anges även andra parametrar som; insamlingsmetod, typ av insamlingsvätska och analyseringsmetod. När renhetsrevisionerna utförs är det alltid utifrån kraven i de tekniska bestämmelserna, och om analyserna inte blir godkända är det på grund av att mängden partiklar och dess storlek på ett område har överskridits. För att säkerställa att komponenterna uppfyller renhetskraven är det viktigt att tvättningen av artiklarna fungerar på ett optimalt sätt (Scania, 2019k).

4.8.2 Kostnad för dålig renhet

“Cost of poor quality” som på svenska översätts till “Kostnad för dålig kvalitet”, är kostnader som skulle upphöra om ett företags processer och system var perfekta, enligt James Harrington i boken “Poor quality Costs” från 1987 (Harrington, 1987). Att avskaffa sådana kostnader är därmed ett kriterium inom arbete för kvalitetsstyrning. För ett tillverkningsföretag kan kvalitetsrelaterade kostnader uppgå till mellan 15 och 20 procent av hela försäljningsintäkterna. Det innebär att det finns potential till effektivisering och förbättrad kvalitetsstyrning inom verksamheten för att lyckas minska de kostnader som

tillkommer i och med försämrad kvalitet. Kostnader för dålig kvalitet kan delas upp i två kategorier, som i sin tur kan kopplas till dålig renhet på motorartiklarna (Krishnan, 2006):

1. Interna kostnader

Kostnader relaterade till fel på artikeln som uppmärksammas innan den skickas till kund. De interna kostnaderna kan vara stora och emellanåt svåra att identifiera då de kan ses som en del av det dagliga arbetet. Det kan röra sig om att artikeln inte erhåller godkänd renhetsanalys på grund av för dåliga eller avsaknad av renhetssteg i tillverkningsprocessen.

2. Externa kostnader

Kostnader relaterat till fel på artikeln som uppmärksammas efter att den har skickats till kund. Det kan röra sig om slitage på lagerytor eller läckage orsakat av partikulära föroreningar på artikeln som uppkommit till följd av avsaknad av renhetssteg i tillverkningsprocessen. De externa kostnaderna som uppstår på grund av försämrad renhet på komponenterna kan vara stora i både pengar och tid, då det kan innebära större underhåll samt ersättning av nya produkter till kunden. Att leverera produkter till en kund som inte når upp till renhetskraven, är inte endast kostsamt i form av pengar, utan även kostsamt på grund av missnöjda kunder eller försämrat rykte, som indirekt kan orsaka försämrad försäljning för verksamheten.

Det finns även bedömningskostnader som är kostnader relaterat till det arbete som genomförs för att förebygga och garantera produktens kvalitet. Det kan vara kostnader kopplade till inspektion av maskiner, provtagning samt underhåll av mätinstrument. Bedömningskostnader är således inte kostnader till följd av dålig kvalitet eller renhet på komponenterna, utan är kostnader kopplade till att förebygga dålig kvalitet på komponenterna. I jämförelse med de interna och externa kostnader är bedömningskostnaderna oftast lägre, men de är ändå av betydelse. En kostnad som både kan ses som en intern kostnad och en bedömningskostnad är de frekventa vattenbytena i tvättmaskinerna (Krishnan, 2006).

4.9 Spillvatten

I fordonsindustrin används vatten i många delar av tillverkningsprocesserna, både i produktionen (tvättning) av artiklar samt i monteringen (målning) av de färdigtillverkade artiklarna. Inom produktionen kräver många tillverkningsprocesser ett eller flera rengöringssteg för rengöring och avfettning av artikelns ytor för att uppnå optimal produktionskvalitet. Rengöringsstegen innefattar ofta tvättning av komponenterna i tvättmaskiner som är sammankopplade till resterande produktionsprocesser och tvättningen innebär många gånger stor förbrukning av vatten, kemikalier och energi. I de flesta fall ses inte rengöringsstegen som kärnverksamheter inom tillverkningsprocessen och kommer därmed i skymundan, vilket leder till att kunskapen om rengöring ofta blir begränsade inom företaget. Därmed ges en potential att förbättra driftprestandan och minska kostnaderna för dessa processer. På grund av att tvättmaskinerna inte underhålls på samma sätt som resterande maskiner uppstår renhetsproblem, det leder till stor resursförbrukning i form av vattenanvändning och kemikalieanvändning för tvättmaskinerna i syfte att förebygga att komponenterna inte

klarar av reningskraven (Enderle m. fl., 2011).

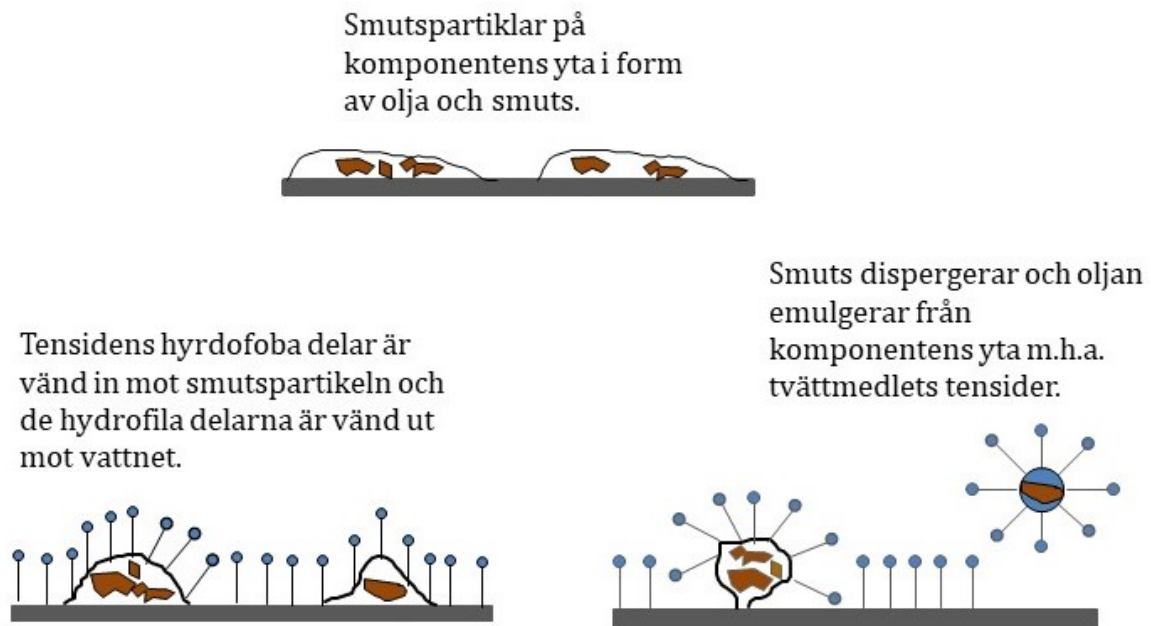
Spillvatten avser allt smutsigt och förorenat vatten som inte kan återanvändas i systemet, såsom tvättvattnet från tvättmaskinerna och skurvatten från rengöring av golv och maskiner. En stor del av den sammanlagda mängden spillvatten från DM är den mängd som läggs på spillvattentankarna som finns i avdelningarna 001, 002 och 003. Spillvattnet i tankarna kommer ursprungligen från rengöring av golv och maskiner samt läckage från olika processer längs med produktionsavdelningarna. Spillvatten som kommer från byte av tvättvatten i tvättmaskinerna på avdelningarna står för en betydande andel av allt spillvatten som bildas på DM årligen (Scania, 2015a).

4.9.1 Tvättvätskor

Tvättvätskor syftar till att lösgöra föroreningar och ta bort smutspartiklar från ytor på motorkomponenterna med hjälp av tensiderna i lösningsmedlet. På DM används lösningsmedel från två leverantörer, Henkel och DST, där den förstnämnda används främst i sluttvätten medan den sistnämnda används i mellantvätten. För att tvättmedlet ska verka optimalt, och ett så bra tvättningsresultat som möjligt ska uppnås är det viktigt att parametrar som pH, koncentration och temperatur i tvätt-tankens är konstant för att inte riskera att komponenterna inte uppnår önskad renhet (Scania, 2015a).

Olika parametrar i vattnet som används i tvättningen kan ha en inverkan på tvättlösningens kemiska egenskaper, samt en påverkan på det slutgiltiga renhetsresultatet om det inte tas i beaktning. Det inkommande vattnet innehåller olika höga halter av ämnena som kalcium, magnesium, klorid och sulfater. Vattnets hårdhet som utgör mängden kalcium och magnesium, kan påverka tvättvätskans kemiska förmåga att arbeta. Hårt vatten kräver i regel större mängd tvättmedel för att den önskade renheten ska uppnås. Salthalten i vattnet har också en betydelse för slutresultatet av tvättningsprocessen. Vatten innehållande mycket salter kan även det ha en inverkan på tvättlösningens kemiska egenskaper. Finns det ingen avsaltningsanläggning kopplat till det ingående vattnet i tvätt-tankens, finns det risk för att det bildas mycket saltavlagring i tvättmaskinen, vilket kan generera en försämrad tvättningsprocess (Tulinski, 2002).

Ett ämne som finns i alla rengörande produkter är tensider. Det är ytaktiva ämnen som minskar vattnets ytspänning och därmed lösgör föroreningar som olja och smuts som hålls svävande i vätskan. Den ena delen av molekylen är hydrofil (vattenvänlig) och den andra delen är hydrofob (vattenavstötande). Denna molekylstruktur ger tensiderna en speciell egenskap i vatten. Tensiderna grupperar sig i aggregat med flera hundra molekyler i en och samma grupp, med de hydrofoba delarna in mot smutspartiklarna och de hydrofila delarna ut mot vattnet. Tensidaggregatens hydrofoba delar kapslar in olje- och smutspartiklar och lösgör dem från komponentens yta för att hålla dessa svävande i vätskan (Svensson, 2003). I figur 6 ses en schematisk bild över hur tensider i tvättvätskan verkar.



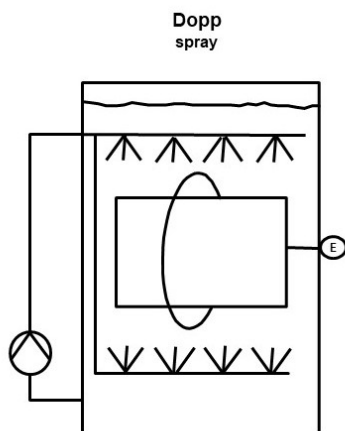
Figur 6: Tensiders verkan i tvättlösning vid lösgöring av smuts- och oljepartiklar. Efter (Scania, 2015a).

4.10 Tvättmaskiner

Rengöringsprocessen sker i tvättmaskiner som finns längs med produktionsavdelningen för de allra flesta avdelningar som har bearbetning som ett steg i produktionsprocessen. Antalet tvättmaskiner som finns på varje produktionsavdelning varierar, men generellt finns det minst två tvättmaskiner per avdelning; en förtvätt och en sluttvätt. Mellantvätten är positionerad efter att artikeln har genomgått grovbearbetningen. Syftet med mellantvätten är att avlägsna så mycket järnspån som möjligt från grovbearbetningen innan artikeln transporteras vidare till finbearbetningen. När artikeln har finbearbetats transporteras den till sista rengöringssteget som är sluttvätten. Eftersom sluttvätten är det sista rengöringssteget innan artikeln skickas till montering är det också det viktigaste steget. Syftet med sluttvätten är att avlägsna de sista orenheterna i form av olja och partiklar från komponenten så att den uppfyller renhetskraven. För att artiklarna ska uppnå renhetskraven krävs att tvättningen är optimal och för att det ska vara möjligt krävs att sluttvätten underhålls och kontrolleras regelbundet (Scania, 2015a).

Den mest förekommande tvättmaskinen på DM är Dopp spray som används för tvättning av bland annat cylinderblock. Tvättmaskinen består av tre delar; en behandlingsstation, en sköljstation och en torkstation. Huvudprincipen är att komponenterna blötläggs i tvättvätskan samtidigt som ett spraysystem med hårt tryck sprayar tvättvätskan på komponenten för att effektivt avlägsna smuts och olja från artikeln. För att uppnå optimal renhet roteras artikeln under både rengöring och sköljning för att alla dess kanter och ytor ska bli rena. I figur 7 ses en schematisk bild över en Dopp Spray tvättmaskin. Illustrationen

visar hur komponenten roteras i mitten av tvättmaskinen samtidigt som den tvättas i tvättvätskan genom både spray och blötläggning (Scania, 2015a). En mer djupgående beskrivning av slutvätten på produktionsavdelningen DMAEB ges i avsnitt 6.

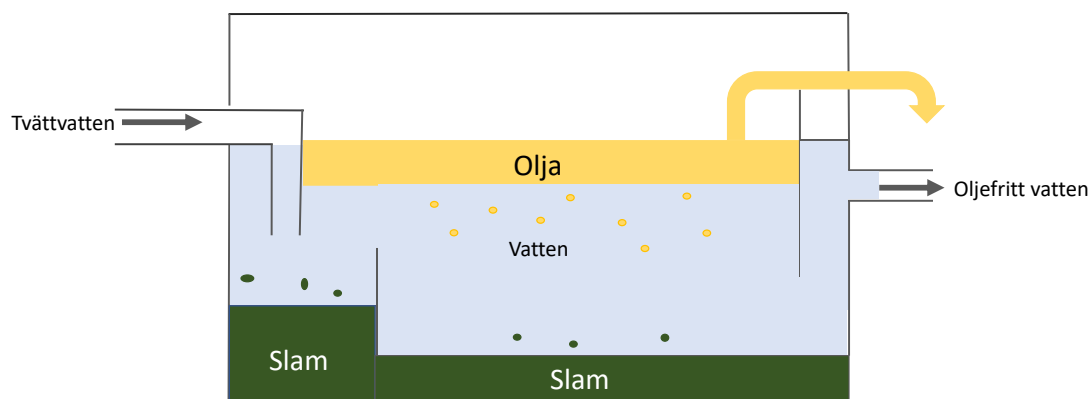


Figur 7: Den mest förekommande tvättmaskinen på DM. Efter (Scania, 2015a).

4.10.1 Oljeavskiljare

När artiklarna, exempelvis cylinderblock transporteras in till slutvätten är de belagda med mycket olja, spånpartiklar och annan smuts från bearbetningen. Det resulterar i att tvättvattnet fort blir smutsigt och oljigt. Därför är det viktigt att ha en oljeavskiljare kopplad till tvättmaskinen för att avskilja det mesta av oljan och slammet som finns i vattnet för att det ska vara möjligt att använda tvättvattnet så länge som möjligt. Det finns en rad olika oljeavskiljare på marknaden och även tvättmaskinerna på DM har olika typer av oljeavskiljare installerade, men dess funktionen är ungefär densamma.

Tvättvattnet från tvättmaskinen pumpas kontinuerligt in till oljeavskiljaren via ett rör för att skilja av så mycket olja och slam som möjligt från tvättvattnet. I slamdelen sjunker partiklar som är tyngre än det inkommande vattnet för att sedan hållas kvar av en skärm som kan tömmas kontinuerligt. Denna del kan ses i den högra delen av figur 8, där största mängden av slammet är illustrerad. Slamavskiljardelen är avsedd att avskilja den största andelen av de fasta materialet som finns i tvättvattnet från komponenterna som tvättas. Även en del av slammet avsätts i oljeavskiljardelen och i vissa oljeavskiljare finns ingen separat del för slammet utan allt avsätts på botten av oljeavskiljardelen. Vattnet flödar därefter över slamavskiljardelen in i oljeavskiljardelen där separation av olja sker (Naturvårdsverket, 2007). En illustration av det kan ses i figur 8.



Figur 8: Huvudfunktionen för en oljeavskiljare. Efter (Naturvårdsverket, 2007).

Oljeavskiljaren arbetar enligt gravimetrisk princip. Det betyder att olja som har lägre densitet än vatten flyter upp till vattenytan medan partiklar och slam som har högre densitet än vatten sjunker till botten. Ett oljelager bildas på vattenytan som hålls kvar av en skärm, där oljan sedan pumpas ut kontinuerligt till en separat tank. Vattnet som är separerad från oljan pumpas tillbaka till tvättmaskinen och återanvänds på nytt. För att upprätthålla oljeavskiljarens optimala funktion är det viktigt att tömma oljeavskiljaren innan den har blivit full samt reglera djupet för skärmen som håller kvar oljan. Skulle inte detta göras kan uppehållstiden i avskiljaren bli för kort vilket kan orsaka att oljeskiktet når ner under oljeskärmens nedre kant och olja följer med det utgående vattnet. För att förebygga att det inte sker är det viktigt med daglig tillsyn för att försäkra om att avskiljaren fungerar korrekt (Teknik, 2009).

4.10.2 Filtrering

För att avlägsna de fasta partiklarna från tvättvätskan krävs även ett eller flera filter. Eftersom renhetskraven baseras på antalet partiklar och dess storlek på komponentens yta är det avgörande att ha ett välfungerande filter för att lyckas uppnå godkänd renhet. Det är endast med filter som de fasta partiklarna kan avlägsnas från tvättvattnet, avsaknad av filter eller en dålig filtreringsprocess är den huvudsakliga anledningen till att komponenterna inte är rena efter tvättning. Med hjälp av filtrering kan tvättbadets livslängd förlängas avsevärt samt möjliggöra en mer enhetlig rengöringsprocess (Tulinski, 2002). Ett välfungerande filter som är anpassat till verksamheten kan öka badets livslängd med mellan 20-50 % (Mandich, 2003).

Principen för filtrering är att förorenad vätska pumpas genom ett membran med en specifik porstorlek för att separera de suspenderade partiklarna i processvätskan. Partiklarna fast-

nar i filtret och den rena vätskan kan återföras till processen. Med suspenderade partiklar menas här små partiklar av organsikt eller oorgansikt material som svävar runt i ett specifikt medium som exempelvis vatten. Enligt Jonny Eriksson⁶ används vanligtvis två olika typer av filtrering i tvättmaskinerna på DM, pappersfilter och trumfilter. Pappersfiltret ska ta bort de finare partiklarna i vätskan. Trumfiltret ska filtrera bort alla grova spåner som följer med artikeln på transportbandet till tvättmaskinen, därför är filtret placerat vid inloppet av tvättningsprocessen för att avlägsna så mycket av de stora partiklarna som möjligt innan artikeln tvättas. Pappersfiltret är däremot placerad i tvättmaskinen där tvättvätskan rinner över filterduken. Vätskan passerar igenom och partiklarna stannar på filterduken och när det är fullt matas en ren filterduk fram (Mercatus, u.å).

Filtrerna måste kontrolleras, renas eller bytas regelbundet för att de ska fylla sin funktion, annars finns det risk för att de sätts igen och komponenterna blir inte tillräckligt rena. I de flesta fall finns det en röd lampa som börjar lysa när filtret behöver bytas. Det är viktigt att filtret byts ut direkt när det har uppnått sin fullständiga filtreringskapacitet för att minimera risken att produkterna inte klarar renhetsanalysen. För optimal filtrering krävs det att filtrerna förvaras i förslutna förpackningar för att inte riskera att bli kontaminerade innan användning. Skulle filtret vara kontaminerat redan innan användning finns det risk för försämrade filtreringskapacitet.

4.10.3 Faktorer som påverkar rengöringsresultatet

Resultatet av rengöringsprocessen är beroende av en rad olika parametrar som är kopplade till både det mekaniska arbetet hos tvättmaskinen och de olika ämnena i tvättvattnet. Tvättid och temperatur är två parametrar som är viktiga för att rengöringsprocessen ska bli så optimal som möjligt. Tiden som produkterna tvättas har en stor inverkan på hur mycket smuts eller olja som hinner avlägsnas från produkterna. Vid en för kort tvättid finns det risk för att tensiderna i tvättmedlet inte hinner lösa upp all den smuts och olja som är avlagrad på motordelarna. Tiden har även en påverkan på produktionskapaciteten i form av att den tid det tar att tvätta produkterna ger en begränsning i hur många produkter som kan produceras (Scania, 2015a).

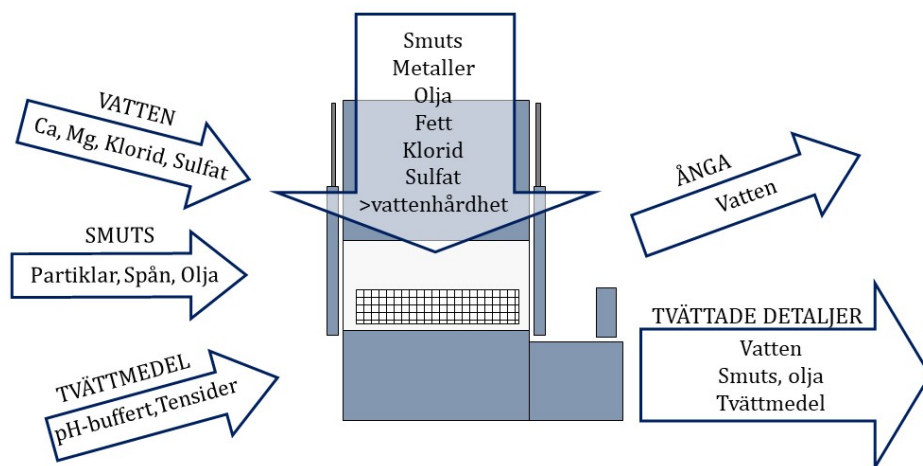
Temperaturen är viktig i den bemärkelse att en för hög temperatur kan skada tensiderna i tvättmedlet, men en för låg temperatur kan i sin tur medföra att tensiderna inte verkar optimalt. För att minimera risken för att tensiderna inte verkar som de ska, borde temperaturen alltid hållas stabil, där temperaturen bestäms baserat på det tvättmedel som används samt den produkt som ska rengöras (Scania, 2015a).

Renhetsproblem beror många gånger på en obalans i de ingående och utgående parametrarna tillsammans med det mekaniska arbetet i tvättmaskinen. I figur 9 ses en schematisk bild över de centrala parametrar i en tvättmaskin som bör kontrolleras för att bibehålla en så lång livslängd på tvättvattnet som möjligt. Exempel på ingående parametrar i tvättmaskinen är tensider i tvättmedlet samt olja och spånpartiklar från de ingående komponenterna som ska tvättas. Sedan är det centralt att parametrar som exempelvis salthalt, koncentration tvättmedel och pH-värde är stabila under rengöringsprocessen. I

⁶Jonny Eriksson (2019-11-11). Intervju. Arbetar som tekniker på DMAEB.

och med att parametrar som vatten och tvättmedel förändras med tiden, då de ångar bort och avlägsnas av filter och oljeavskiljaren måste sådana parametrar kontinuerligt fyllas på i tvättbadet. Därefter ska inte parametrar som filter och oljeavskiljare glömmas bort, de har en central roll i att avlägsna partiklar och olja från tvättvattnet. I listan sammanfattas de vanligaste anledningarna till varför det uppstår renhetsproblem på DM (Scania, 2015a):

- Obalans och förändring i tvättvattnets parametrar såsom: pH-värde, koncentration tvättmedel och temperatur.
- Anrikning av föroreningar i badet såsom: salter, emulgatorer, olja och partiklar.
- Försämrade tvätteffekt på grund av urlakning av tensider.
- Ett icke fungerande filtersystem och oljeavskiljare eller en dåligt fungerande doseringspump för tvättmedel.
- Generell avsaknad av kontroll och skötsel av tvättmaskinerna.
- Förändrade föroreningar på produkten som ska tvättas.
- Igensättning av munstycken, för lågt tryck i tvättmaskinen och smutsiga väggar i tvättmaskinen.



Figur 9: De ingående och utgående parametrarna hos en tvättmaskin på DM. Efter (Scania, 2015a).

För att tvättmaskinerna ska kunna verka så optimalt som möjligt krävs det personal som dagligen kontrollerar och underhåller maskinerna. Bortsett från de provtagningar som tas på tvättvattnet och de renhetsanalyser som utförs på samtliga komponenter finns det ytterligare manuellt arbetet som kan utföras för att förebygga att komponenterna inte når

upp till de bestämda renhetskraven. Följande lista är områden som bör kontrolleras under både daglig och periodvis basis (Scania, 2015a):

- Oljeavskiljaren ska kontrolleras dagligen.
- Samtliga filtren i tvättmaskinen ska kontrolleras dagligen.
- Tvättvattnets samtliga parametrar bör kontrolleras dagligen, såsom pH, tryck, salthalt, koncentration tvättmedel.
- Munstycken och områden där det finns risk för igensättning av olja och partiklar ska kontrolleras periodvist.
- Allmänt läckage från tvättmaskinen bör kontrolleras periodvist.
- Nedsmutsning i form av olja och partiklar i tvättmaskinen samt transportbandet som komponenterna rullar in på till tvättningen bör avlägsnas periodvist.

4.11 Kontroll och övervakning av rengöringsprocesser

I tidigare avsnitt har kostnadsrisker kopplat till dålig kontrollerade tvättningsprocesser som i sin tur kan leda till kvalitetsproblem på motorkomponenterna diskuterats. Det gäller främst partikelkontaminering som kan orsaka försämrad funktion eller i värsta fall motorhaveri, som är kostsamt för företaget. För att eliminera denna kostnadsrisk specificerar allt fler företag strängare komponentspecifika gränsvärden för antalet partiklar och dess storlek som är acceptabel på komponenten efter sluttvätt. De skärpta renhetskraven för komponenterna ställer högre krav på att rengöringsprocessen verkar optimalt. För att det ska vara möjligt på företaget krävs större kunskap kring rengöringsprocesserna samt förbättrad övervakning och kontroll av tvättvattnets olika parametrar (Schulz, 2012). Christina Caesar⁷, som är gruppchef SHE på DM förutspår att renhetskraven på många av komponenterna som produceras på DM kommer att skärpas. För att lyckas uppnå de högre kraven måste dagens tvättningsprocesser optimeras, kontrolleras och förbättras enligt Caesar.

För att säkerställa att komponenterna når de bestämda renhetskraven, krävs optimala och stabila förhållanden för alla de parametrar i tvättvätskan som har en inverkan på rengöringsresultatet. Det ställer i sin tur krav på att företaget har en väl fungerande processhantering vad gäller tvättmaskinerna. Det innefattar bland annat kontinuerlig övervakning och kontroll av tvättvätskans tillstånd för att säkerställa att den bestämda rengöringskvaliten uppnås, när minsta möjliga mängd vatten, tvättmedel och energi används. Följande uppnås endast om rengöringsprocessen optimeras utifrån den komponent som ska rengöras (Schumann, 2009).

År 2009 utfördes en studie av Dresden tekniska universitet i Tyskland om processhantering för rengöring av motorkomponenter, där 73 olika företag inom bilindustrin deltog i undersökningen. Den ansvarige för tvättningen av komponenter på vardera företag fick besvara en enkät gällande hur de övervakar och kontrollerar deras rengöringsprocesser.

⁷Christina Caesar (2019). Intervju. Personlig kontakt med gruppchef SHE.

Utifrån svaren kunde det konstateras att majoriteten av företagen kontrollerar kvaliteten på tvättvattnet genom endast visuell inspektion och få använder mätinstrument för att regelbundet kontrollera renheten på komponenterna. Det som kunde fastslås var att utvecklingsnivån för processhanteringen för rengöring av komponenter är i konflikt med kraven för tillförlitlighet på processen. Det betyder att dagens kontroll och övervakning av reningsprocessen är bristande i den utsträckning att de bestämda renhetskraven inte nås (Schumann, 2009). Ovannämnd studie visar även på att det finns optimeringspotential både ur en ekonomisk och en miljömässig synpunkt, där lösningen för renhetsproblematiken är övervakning av de mest essentiella parametrarna i tvättvattnet (Schumann, 2009).

Rengöringsresultatet påverkas bland annat av tvättvattnets temperatur, koncentrationen tvättmedel, mängden fasta partiklar och koncentrationen olja. Följande parametrar varierar under hela tvättningsprocessen och därmed finns det risk för försämring i tvättvattenkvaliten om inte dessa parametrar är kontrollerade och övervakade (Schulz, 2012). Tensiderna i tvättmedlet konsumeras allt eftersom det binds till smutspartiklarna i tvättmaskinen. Partikelfilter och oljeavskiljare i tvättmaskinen, avlägsnar också en del av tvättmedlet i tvättvattnet under tidens gång. Även det medel som används som skumdämpare har en tendens att reducera mängden tensider i tvättvattnet. På grund av att det många gånger saknas kunskap kring tvättmaskinerna och för att det inte finns mätinstrument som i realtid mäter koncentrationen tvättmedel finns det risk för att tvättvattnet innehåller för låga koncentrationer för att komponenterna ska bli tillräckligt rena (SITA, 2014).

För att minimera risken att koncentrationen tvättmedel är lägre än det bestämda värdet, väljer en del företagen att dosera betydligt högre koncentrationer än vad som är nödvändigt för att erhålla rena komponenter. Överdoserings av tvättmedel används i förebyggande syfte för att undvika att komponenterna inte uppnår de bestämda renhetskraven. Som en konsekvens av den överkonsumerade mängden tvättmedel, ansamlas mycket av tvättmedlet i sköljningsdelen av tvättmaskinen, vilket medför mer omfattande underhållsåtgärder vid rengöring av tvättmaskinen (Schulz, 2012).

En annan åtgärd som används för att minimera risken för att komponenterna inte ska nå upp till de bestämda renhetskraven är att tvättvattnet byts mer frekvent. På grund av att koncentrationen av olika parametrar i tvättvattnet är okända för de ansvariga på företagen byts tvättvattnet betydligt oftare än nödvändigt. De frekventa vattenbytena kan ses som en förebyggande åtgärd som innebär en ökad konsumtion av vatten, kemikalier och energi som leder till ökade kostnader för företaget i det långa loppet (Schulz, 2012).

Överdoserings av tvättmedel och för frekventa tvättvattenbyten som både är kostsamt och resurskrävande för företaget skulle kunna undvikas genom att kontinuerligt övervaka och kontrollera rengöringsprocessen. Mätinstrument som är baserade på sensorer för att bestämma koncentrationen av olika parametrar finns idag tillgängliga. Likaledes kan parametrar som pH-värde, temperatur, tryck och annat som är relevant för processen integreras för att erhålla en så komplett bild som möjligt över rengöringsprocessen (Schulz, 2012).

4.12 Mätmetoder för analys av tvättvattnets olika parametrar

Kontinuerlig digital övervakning av olika processer och parametrar blir allt viktigare inom fordonsindustrin för att säkerställa att krav och standarder uppfylls. Tvättning av motorkomponenter är en av de processer där det finns potential att använda mätinstrument som i realtid övervakar och analyserar tvättningsprocessen. För att kunna garantera att produkterna uppnår de bestämda renhetskraven bör tvättvattnet kontinuerligt kontrolleras och analyseras. Med hjälp av mätinstrument finns det möjlighet att få kännedom om väsentliga parametrar som exempelvis koncentrationen olja, koncentrationen tvättmedel och mängden fasta partiklar i tvättvåttskan. Baserat på sådan information i realtid finns det möjlighet att förbättra kvaliteten på tvättvattnet och minska mängden vattenbyten. Det resulterar i sin tur i en ökad produktkvalitet och ekonomiska besparingar för företaget (Kohl och Mittal, 2010). I punktlistan nedan ges en beskrivning av vanligt förekommande mätmetoder för att analysera kvalitén på tvättvattnet.

- **Fluorescensspektroskopi:** Fluorescensspektroskopi går ut på att en ljusstråle, vanligtvis ultraviolett ljus, med känd våglängd lyser mot en lösning som ska analyseras. En del av det infallande ljuset absorberas, vilket medför att vissa molekyler avger ljus (fluorescens). En detektor samlar in det fluorescerande ljuset som har avgetts från vätskan och med hjälp av den kända instrålade ljusvåglängden och det fluorescerande emissionsspektrum som uppstår kan ämnen som exempelvis olja och fasta partiklar identifieras i lösningen (Shanker och Bane, 2015).
- **Absorptionsspektroskopi:** Absorptionsspektroskopi går ut på att absorption av en vätska mäts som en funktion av frekvens eller våglängd. Vid absorptionsspektroskopi placeras en detektor och en ljuskälla som avger flera olika våglängder på vardera sida om vätskan som ska analyseras. Ljuskällan tänds och lösningen absorberar vissa specifika ljusvåglängder i form av energi (fotoner) från strålningsfältet. Ljusets intensitet mäts vid varje våglängd före och efter att det har passerat vätskan, vilket betyder att detektorn kan mäta mängden ljus som har absorberats av lösningen. Den mängd ljus som absorberas av en vätska är proportionell mot koncentrationen av ämnet som finns i vätskan. Parametrar som mängden partikulära föroreningar och koncentrationen tvättmedel kan identifieras i vätskan (Shanker och Bane, 2015).
- **Ultraljudsmätning:** Ultraljudsmätning kan användas för att mäta koncentrationen och partikelstorleken av ett specifikt ämne i en vätska. Ljudets hastighet beror av egenskaperna för de medium som det färdas igenom. Det innebär att om ultraljudssignaler avges i vatten påverkas det av olika faktorer såsom salt, olja, smuts, temperatur etc. vilket medför en förändring i ljudhastigheten. En vågpuls avges från ultraljudscellen in i vätskan, där en del av ljudpulsen reflekteras tillbaka av de partiklar som finns i vätskan och en del av ljudet absorberas av partiklarna i vattnet. Analys av antingen mängden reflekterade eller absorberade ljudvågor i vätskan gör det möjligt att bestämma mängden fasta partiklar och dess storlek, saltkoncentrationen i vätskan samt koncentrationen olja i vattnet (Chen m. fl., 2007)

4.13 Vevaxlar

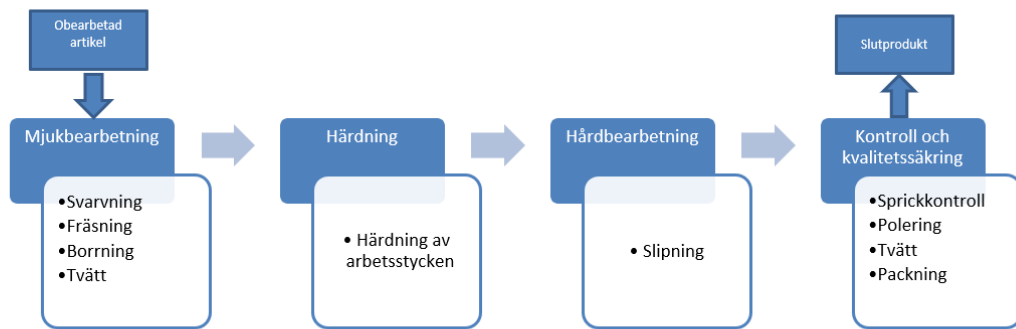
En av motorns viktiga komponenter, som tillverkas på DM, är vevaxlar. Vevaxels huvudsakliga funktion i en motor är att omvandla motorkolvens linjära rörelse till rotationsrörelse. Varje typ av motor kräver en speciell typ av vevaxel, vilket innebär att olika typer av vevaxlar dimensioneras efter motorns egenskaper (LLC, 2017). Gemensamt för alla typer av vevaxlar som produceras på Scania är att samtliga ska uppfylla kvalitetskraven innan leverans, samt att olika typer av vevaxlar genomgår samma typ av bearbetningsprocesser längs produktionskedjan, berättar Michael Franzon⁸.

Bearbetning av vevaxlar inleds med mjukbearbetning, som består av olika typer av processer som involverar skärande bearbetning. Dessa processer är svarvning, fräsning och borrar. Under mjukbearbetningen är vevaxlarna lätta att bearbeta, vilket beror på att materialet inte är härdat i detta steg. När vevaxlarna får genomgå samtliga delprocesser som ingår i mjukbearbetningen får dessa nästan en slutlig form. Mjukbearbetningen avslutas med en mellantvätt där rester från bearbetningen sköljs bort från axlarna. Samtliga processer som inkluderas i mjukbearbetningen sker i flera steg och under kontroll av operatörerna, och på det viset kan risken för produktion av bristfälliga vevaxlar minimeras, tillägger Franzon.

Efter mjukbearbetningen härddas vevaxlarna i två härddmaskiner som opererar med en temperatur mellan 900 och 950 grader, uppger Johan Andersson⁹. Härdningen kan liknas vid en värmebehandling av materialet, med syftet att uppnå en högre grad av hårdhet och hållfasthet i stålet. Härdning är ett nödvändigt steg i produktionen av vevaxlar, som måste levereras i precisa mått och former. Detta eftersom sådana artiklar oftast behöver hårbearbetas till den önskade formen, vilket kräver höga grader av hårdhet (Bodycote, 2019). När vevaxlarna har lämnat härdningen är det dags för hårbearbetning, som idag utgörs av slipning och polering. Under slipningsprocessen justeras samtliga mått och vevaxlarna får den slutliga formen. Enligt Franzon, är axelns diameter och ytfinhet de viktigaste parametrarna att justera under slipningen. Produktionskedjan för vevaxlarna på Scania illustreras i figur 10.

⁸Michael Franzon (2019). Intervju. Personlig kontakt med projektledare på vevaxellinjen.

⁹Johan Andersson (2019). Intervju. Personlig kontakt med tekniker på vevaxellinjen.



Figur 10: Figuren visar samtliga bearbetningsprocesser inom produktionenkedjan för vevaxlarna på Scania.

4.14 Slipmull

Slipning är ofta den sista bearbetningsprocessen i processkedjan och tillhör därmed hårdbearbetning. Syftet med slipning vid metallbearbetning är att eliminera ojämna ytor på arbetsstycken för att uppnå den önskade formen på arbetsstycket (Malkin och Changsheng, 2008). Vid slipning utgörs arbetsverktyget av slipskivan, och i jämförelse med andra bearbetningsprocesser eliminerar slipning väldigt lite material från arbetsstycket (Karlsson och Ryding, 2001). Vid hårdbearbetning är materialet härdat, vilket innebär att arbetsstycken har en ökad grad av hållfasthet. Då slipning av härdat material orsakar stora värmeutvecklingar tillförs oftast någon form av skärvätska, emulsion i Scantias fall, för att förhindra alltför stor värmeutveckling som kan skada både utrustning och arbetsstycken. Materialet som slips bort från arbetsstycken bildar tillsammans med den förbrukade skärvätskan en blandning som kallas för slipmull, enligt Roope Roininen¹⁰.

Slipmull innehåller vanligtvis allt från olika former av metallpartiklar, som frigörs vid slipningen, till slipfraktioner som kan vara frigjorda delar av slipskivan. Slipmull innehåller även skärvätskor som är väsentliga att tillföra under bearbetningsprocessen (Scania, 2018). Fukthalten i slipmull uppskattas normalt vara kring 25 %, varav oljeandelen utgör ungefär 10 % (Norgren m. fl., 2002). Fukthalten kan dock variera beroende på process, produkt och emulsionssystem. Olika slipningsprocesser kräver olika stora flöden av skärvätska, medan precisionskraven på en produkt styr hur stor del av materialet som slips bort. Dessa parametrar påverkar både mängden slipmull som bildas och dess fukthalt. När slipmull bildas vid slipningen förs det i emulsionssystemet bort från slipmaskinen, med hjälp av emulsionen som cirkulerar i systemet. Slipmull genomgår därefter en filtrering i emulsionssystemet innan den matas ut, med syftet att separera den från emulsion som därefter återförs till systemet. Filtringen av slipmull är direkt avgörande för hur fuktig slipmullen är när den lämnar emulsionssystemet, enligt Jonny Eriksson¹¹. Bilderna

¹⁰Roope Roininen (2019). Intervju. Personlig kontakt med slipningsexpert på vevaxellinjen.

¹¹Jonny Eriksson (2019). Intervju. Personlig kontakt med tekniker på vevaxellinjen.

nedan visar slipmull från samma slipningsprocess vid vevaxelavdelningen, på Scania's motortillverkning, men som kommer ut från två olika emulsionssystem.



Figur 11: Blöt slipmull från vevaxelavdelningen.



Figur 12: Torr slipmull från vevaxelavdelningen.

Slipmullen i figur 11 betraktas som väldigt blöt, där emulsion är det äggvita vätskan i botten av behållaren. I jämförelse är slipmullen i figur 12 väldigt torr. Skillnaden i fukthalt mellan slipmullen illustrerar hur stor påverkan filtreringen har på slipmull som bildas.

Slipmull klassas idag som miljöfarligt avfall, på grund av den kemiska sammansättningen i avfallet (Stenarecycling, 2017). Då slipmull innehåller en stor andel emulsion, som i sin tur består av en stor andel olja, betraktas slipmull även som oljekontaminerat avfall som är miljöskadligt. Även bevaringen av avfallet är en utmanande uppgift eftersom slipmull är självantänd vid höga temperaturer och kan orsaka olyckor vid den minsta värmeutvecklingen, enligt Christian Selenius¹². Slipmull är dessutom en färskvara som kan bevaras under bara en begränsad tid. Överstiger bevaringstiden en vecka kan metallpartiklarna i slipmull rosta på ytan och på så sätt blir slipmull ännu mer besvärlig att hantera (Stenarecycling, 2017). Slutliga hanteringen av slipmull sker oftast i form av deponi. Deponering av slipmull medför en miljöbelastning och höga kostnader för industrier där slipmull bildas (Norgren m. fl., 2002).

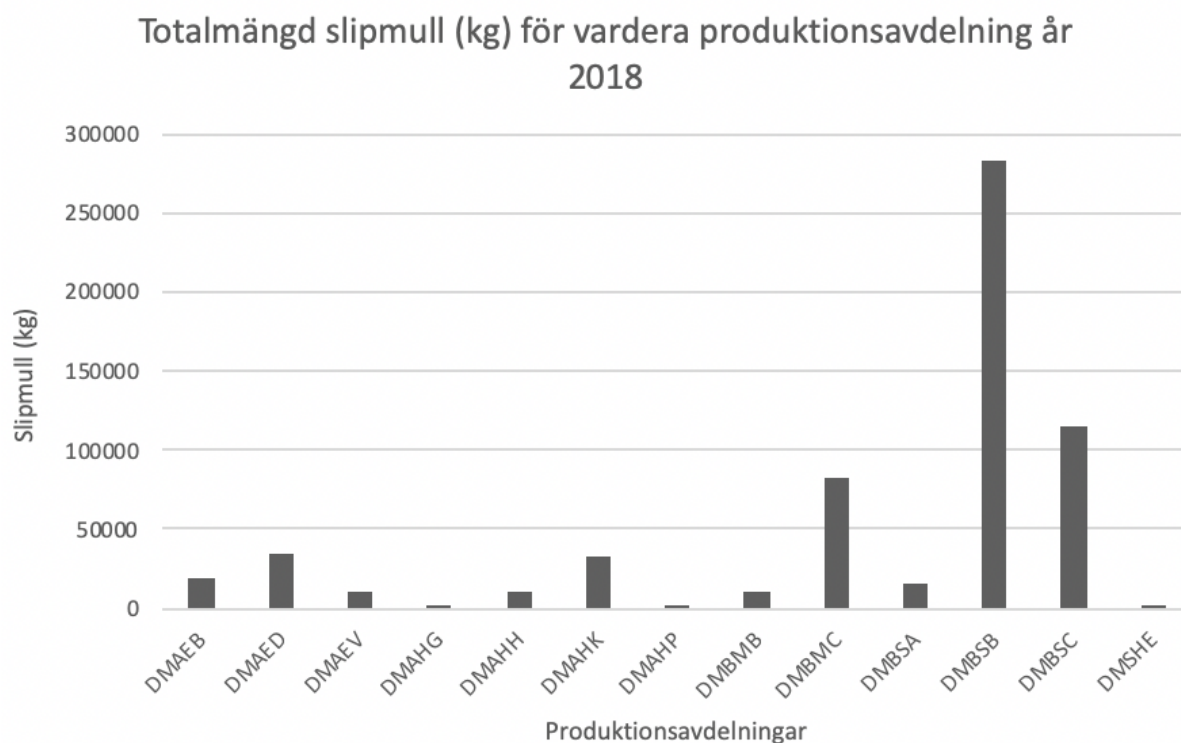
Förutom kostnaderna som uppstår i samband med hanteringen, förloras värdefulla fraktioner som ingår i slipmull när den deponeras. Dessa fraktioner utgörs dels av metall som slips bort från arbetsstycken, och dels av emulsion som tillförs vid slipningen. Deponering av metallen i slipmull, som är oftast järn eller stål, innebär slöserier av resurser i större

¹²Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

perspektiv. Dessa resurser är både energi och råämnen som krävs för produktion av ny metall, och just produktionen av metall är generellt väldigt energikrävande (Jeremiah m. fl., 2007). Även emulsionen är en värdefull fraktion, och därför anses deponeringen av den utgöra ytterligare slöserier, speciellt med vetenskapen att förbrukad emulsion kan renas och återanvändas vidare i produktionen (Alser, 2009).

5 KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING AV SLIPMULL

På Scantias avdelning för motortillverkningen bildas det i dagsläget relativt stora mängder slipmull, då flera produktionsavdelningar tillämpar slipning inom hårdbearbetning av arbetsstycken. År 2018 uppgick mängden slipmull från DM till 616 ton, och eftersom det inte sker någon form av intern hantering av slipmull på Scania, deponerades hela mängden, enligt Nenad Janjetovic¹³. För att kartlägga bildningen av slipmull på DM, användes avfallsstatistiken från tidigare år som underlag, och nedan visas sammanställningen av statistiken för år 2018.



Figur 13: Diagrammet visar mängden slipmull, i kg, som har bildats vid respektive produktionsavdelning inom DM år 2018.

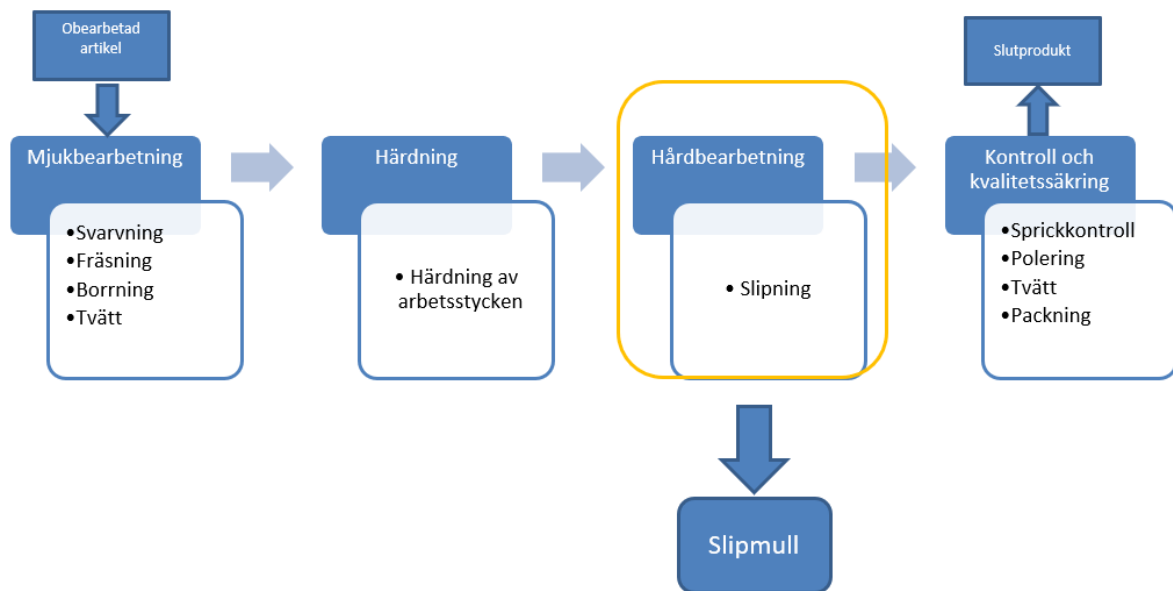
Från figur 13 framgår det att produktionsavdelningen för vevaxlar, DMBSB, stod för den största andelen av slipmull år 2018. Vid undersökningen av denna produktionsavdelning visade det sig att inga förändringar gällande produktionen har skett mellan åren 2018 och 2019, och därför förväntas mängden slipmull från avdelningen att vara relativt stort även i fortsättningen. Som figur 13 ovan visar, uppstår slipmull vid andra produktionsavdelningar också, men i mycket mindre mängder jämfört med vevaxelavdelningen. För att bekräfta slutsatsen att just bearbetning av vevaxlar resulterar i mycket slipmull har intervjuer utförts med ansvariga för produktionsavdelningen, och dessa insatta personer har samma uppfattning. Av denna anledning och med hänsyn till arbetets tidsram avgränsades arbetet, med reduceringen och hanteringen av slipmull, till enbart vevaxelavdelningen.

¹³Nenad Janjetovic (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från avfallshanteringen by 218.

Nedan följer en utförlig beskrivning av nuläget samt de förändringar som förväntas ske inom produktionsavdelningen under år 2020.

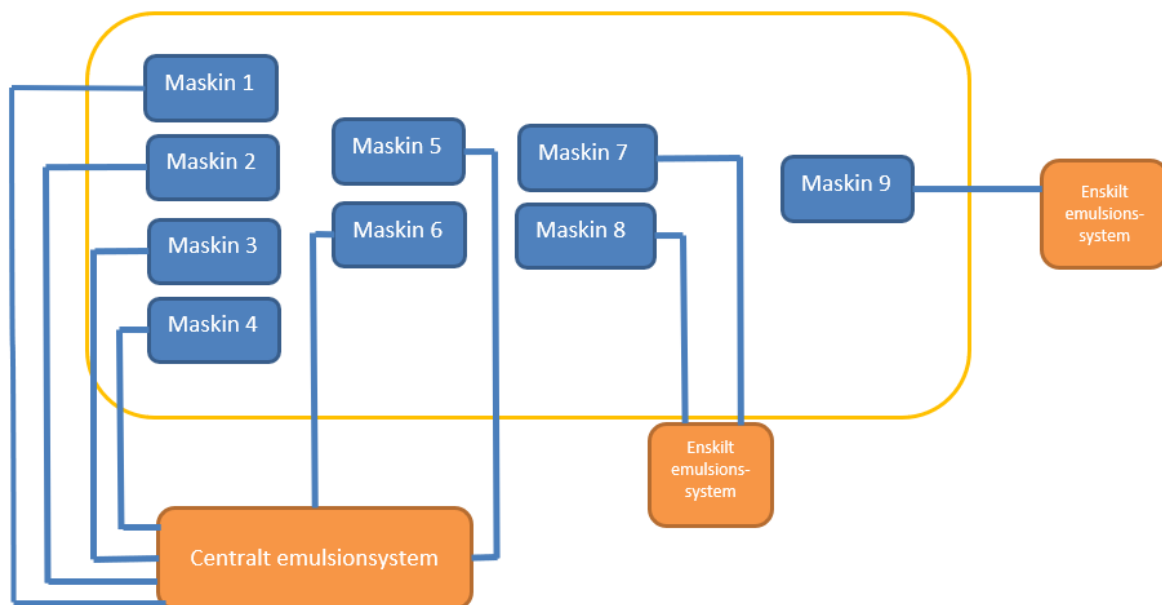
5.1 Befintliga vevaxelavdelningen

Då arbetet med slipmull avgränsas enbart till vevaxelavdelningen, är det av intresse att studera och analysera produktionskedjan inom vevaxelavdelningen på DM. Figur 14 visar en förenklad skiss över de befintliga bearbetningsprocesser inom vevaxelavdelningen.



Figur 14: Figuren illustrerar var slipmull bildas längs produktionskedjan för vevaxlarna.

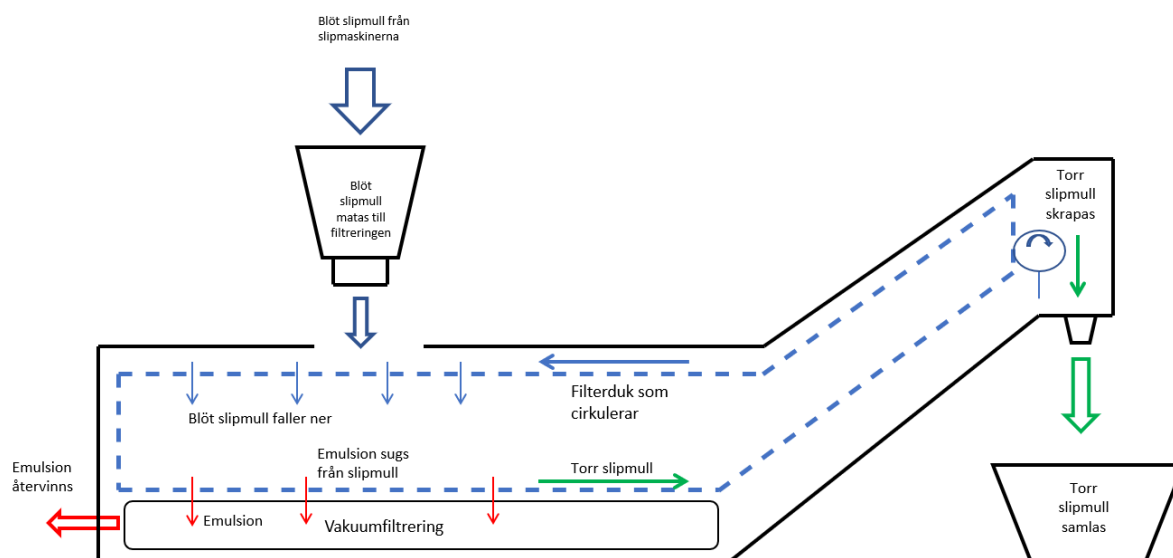
Eftersom nästan all slipmull från vevaxelavdelningen bildas under slipningen är hårdbearbetningen i fokus vid undersökningen av potentialen för minskning samt hanteringen av slipmull. Figur 15 nedan beskriver den befintliga slpningsprocessen på vevaxelavdelningen.



Figur 15: Den befintliga slipningsprocessen på vevaxelavdelningen, som också utgör den hårda bearbetningen inom produktionsavdelningen.

Precis som figur 15 visar ingår det totalt nio slipmaskiner i slipningsprocessen. Samtliga maskiner opererar på samma sätt och vid produktionen med full kapacitet sätts alla maskiner i drift. Som det nämns tidigare i rapporten, klassas slipning som skärande bearbetning av metall och kräver därmed tillförsel av skärvätska, emulsion i det här fallet. Emulsiontillförseln till slipmaskinerna sker med hjälp av tre emulsionssystem, som utgörs av ett centralt system och två mindre enskilda. Figur 15 visar vilka slipmaskiner som är kopplade till respektive emulsionssystem. Då slipmull förs bort från slipmaskinerna med hjälp av emulsionssystemen, och eftersom det stora emulsionssystemet är anslutet till sex slipmaskiner, ansamlas det mesta av slipmullen på vevaxelavdelningen vid just detta system.

Innan slipmullen matas ut från ett emulsionssystem genomgår den en filtrering med syftet att separera emulsionen som den binder. Figur 16 illustrerar hur filtreringen i det centrala emulsionssystemet är tänkt att fungera.



Figur 16: Illustration av hur filtreringen i det stora emulsionssystemet är tänkt att fungera. I detta system tillämpas vakuumfiltrering.

Till den filtrerande delen i systemet tillkommer blöt slipmull från samtliga slipmaskiner som är anslutna. Då slipmull har en högre densitet än emulsionen i emulsionstanken, är det tänkt att den blöta slipmullen faller ner mot botten av tanken där vakuumfiltreringen av slipmullen sker. Christian Selenius¹⁴ berättar att syftet med vakuumfiltreringen är att genom ett skapat undertryck separera det mesta av emulsionsvätskan från den blöta slipmullen och på det sättet resultera i betydligt torrare slipmull. Detta för att dels kunna ta tillvara på den värdefulla emulsionen, och dels för att minska mängden slipmull som ska deponeras. När slipmullen har separerats från emulsionsvätskan transporteras den vidare, med hjälp av en cirkulerande filterduk, till toppen av kärlet där den skrapas bort från filterduken och samlas i speciella behållare.

Från egna observationer kan det konstateras att filtreringen i det centrala emulsionssystemet inte fungerar på ett optimalt sätt i dagsläget. Den blöta slipmullen som kommer in i tanken faller inte till botten där vakuumfiltreringen sker, utan bildar ett skikt i toppen av tanken. Anledningen till varför slipmullen inte faller ner är inte identifierad, men, enligt Selenius, kan det bero på att slipmullen bildar trådar som vävs in i varandra och resulterar i ett nät med större yta vilket försvårar nedfallet av slipmullen. Då slipmullen stannar i toppen av tanken uppfylls inte funktionen med vakuumfiltreringen, vilket leder till att slipmullen inte separeras från emulsionen. Detta innebär att en stor del av emulsionen går förlorad när den lämnar systemet, och dessutom ger slipmullen en mer flytande form, vilket har observerats vid det centrala emulsionssystemet, se figur 11. För att ersätta emulsionen som försvinner tillsammans med slipmullen tillförs ny ren emulsion till systemet på ett kontinuerligt sätt. Tillförseln sker automatiskt genom att emulsionssystemet absorberar ny emulsion från ett så kallat IBC-fat, för att upprätthålla en stabil nivå av emulsionsvätska. Under år 2018 förbrukade centrala emulsionssystemet en mängd emulsionkoncentrat som motsvarar ungefär 24 000 kg, vilket anses vara betydligt större mängd än vad systemet

¹⁴Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

bör förbruka under ett år, enligt Selenius. Detta medför höga kostnader för produktionsavdelningen. Utan en fungerande filtrering ökar dessutom vikten slipmull som samlas från systemet då den innehåller en stor andel emulsion. Vilket innebär ytterligare mer kostnader för deponeringen av avfallet då vevaxelavdelningen faktureras per kilogram slipmull.

Slipmull samlas även från de enskilda emulsionssystemen men i mycket mindre mängder, då dessa system inte ansluter lika många slipmaskiner som det centrala systemet. Filtreringen i dessa system fungerar som den är tänkt, vilket gör att slipmullen får en fastare form och innehåller betydligt mindre emulsionsvätska än den från centrala emulsionssystemet, se figur 12. För att kvantifiera skillnaden i storlek mellan emulsionssystemen på vevaxelavdelningen har det observerats att det centrala systemet har volymen 60 kubikmeter, medan de enskilda systemen har volymerna 18 samt 14 kubikmeter. Efter kartläggningen av den befintliga vevaxelavdelningen kan det konstateras att det centrala emulsionssystemet inom slipningsoperationen är den största källan till slipmull inom DM. Av denna anledning blir detta system i fokus för arbetet med reduceringen samt hanteringen av slipmull.

5.1.1 Vevaxelavdelningen år 2020

Under kartläggningen av vevaxelavdelningen har det även framgått att vevaxelavdelningen kommer att genomgå några förändringar under år 2020. Anledningen till varför dessa förändringar är av intresse att undersöka är dess påverkan på mängden slipmull som kommer att bildas vid vevaxelavdelningen. Då dessa förändringar planeras att ske under den inledande perioden av år 2020, har flera underlag funnits till förfogande vid kartläggningen av den framtida produktionsavdelningen. Dessutom har personer med huvudroller i planeringen, som Michael Franzon och Roope Roininen, intervjuats och bidragit med viktig information. Nedan följer en beskrivning av de planerade förändringarna och vad dessa har för påverkan gällande slipmullbildningen.

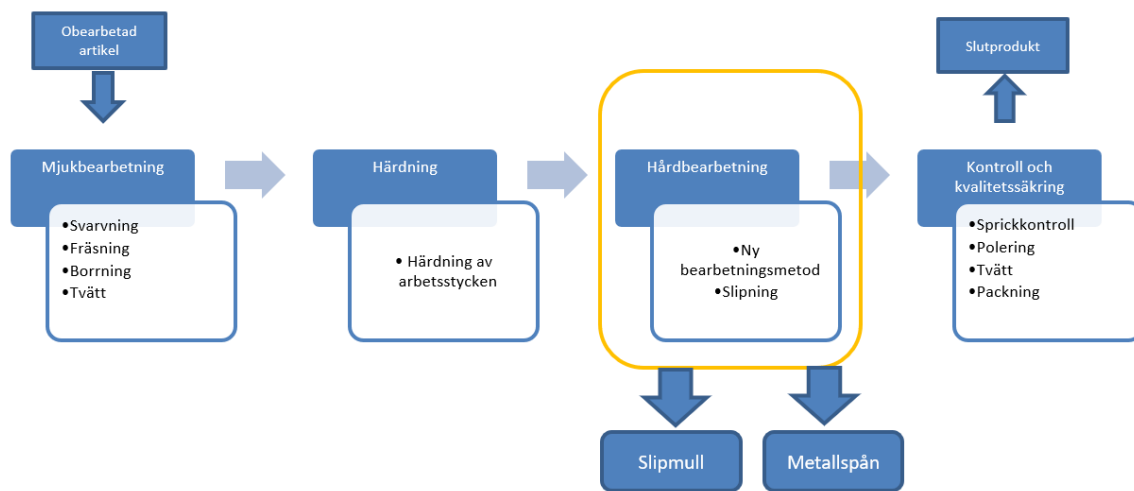
Den ena förändringen handlar om att installera två nya slipmaskiner i addition till de nio maskinerna som är i drift idag. Anledningen bakom installationen av de nya slipmaskinerna är, enligt Roope, en förväntad ökning av produktionsvolymen, och att de befintliga maskinerna inte anses vara tillräckliga med avseende på slipningskapaciteten. De nya slipmaskinerna kommer att integreras i den befintliga slipningsoperationen. Dessa maskiner kommer med största sannolikhet att anslutas till det stora emulsionssystemet, dock har inte detta beslut fattats än. Detta antagande görs eftersom det finns tillgänglig kapacitet i det stora systemet i dagsläget, medan de mindre emulsionssystem är lagomt belastade med slipmaskinerna som redan är anslutna, uppger Roininen¹⁵. Då inga underlag om de nya slipmaskinerna finns till förfogande idag, görs ytterligare ett antagande, vilket är att dessa maskiner har samma slipningskapacitet som de befintliga. Med slipningskapacitet menas antalet axlar som slips per tidsenhet. Detta antagande görs för att kunna utföra en kvantifiering av mängden slipmull från vevaxelavdelningen år 2020.

Den andra förändringen som planeras är införandet av en ny bearbetningsprocess inom hårbearbetningen av vevaxlar. Som det nämns under förra avsnittet, utgörs skärande hårbearbetningen av axlarna av enbart slipning i dagsläget. Införandet av den nya be-

¹⁵Roope Roininen (2019). Intervju. Personlig kontakt med slipningsexpert på vevaxellinjen.

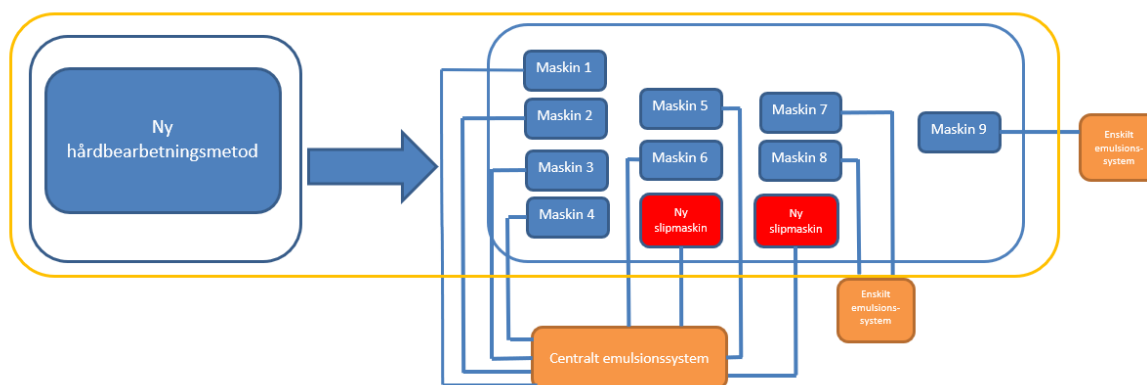
arbetningsmetoden innebär att hårbearbetningen inleds med att axlarna bearbetas till en viss del för att därefter genomgå slipning där den slutliga justeringen av axelns mått och ytfinitet sker. Syftet med den nya bearbetningsmetoden är, precis som med slipning, att avlägsna en del av materialet på arbetsstycket för att uppnå den önskade formen. Det som skiljer bearbetningsprocesserna åt är dock tillvägagångssättet. Information om den nya bearbetningsmetoden redovisas på ett begränsat sätt i detta arbete, då detta anses vara känslig information för Scania. I det här fallet är det endast effekten av den nya bearbetningsmetoden som är av intresse att studera, då den påverkar den framtida mängden slipmull som bildas vid produktionsavdelningen.

Figur 17 illustrerar hur processkedjan inom vevaxelavdelningen kommer att se ut efter införandet av de ovannämnda förändringarna.



Figur 17: En skiss över framtida processkedjan inom vevaxelavdelningen på Scantias motortillverkning.

Som figur 17 illustrerar, är det enbart hårbearbetningen av vevaxlarna som kommer att beröras av de kommande förändringarna. Därför undersöks hårbearbetningen närmare i nästa figur.



Figur 18: En skiss över framtida hårbearbetningen inom vevaxelavdelningen på Scantias motortillverkning.

Som figur 18 visar, kommer den nya hårbearbetningsprocessen att opereras på ett synkroniserat sätt tillsammans med slipmaskinerna. Varje vevaxel kommer att passera den nya hårbearbetningsprocessen först, för att sedan genomgå slipningen. Införandet av den nya bearbetningsmetoden kommer att minska mängden slipmull som bildas från vevaxelavdelningen då en stor del av materialet som avlägsnas i slipningen idag kommer att avlägsnas redan vid den nya bearbetningsprocessen. Detta antagande baseras på att bearbetningen vid den nya metoden resulterar i andra biprodukter, som kan återvinnas, istället för slipmull. Denna aspekt är av betydelse för kvantifieringen av den framtida mängden slipmull från vevaxelavdelningen. Eftersom de ovannämnda förändringarna påverkar mängden slipmull, inkluderas dessa i estimeringsberäkningarna av den framtida mängden slipmull som kommer att bildas vid vevaxelavdelningen.

5.2 Hantering av slipmull

Efter att slipmull har samlats vid respektive emulsionssystem, förs den vidare i speciella behållare vidare till Scantias centrala anläggning för avfallshantering, by 218. Innan varje transport av slipmullbehållare till by 218 måste en deklaration utföras. I deklarationen ska det tydligt framgå hur stor mängden slipmull är, kontaktuppgifter till beställaren av transporten och vilken produktionsavdelning som slipmullen har transporterats från (Scania, 2019b). Enligt Christian Selenius¹⁶, sköts både tömning och transport av slipmullbehållare av logistikgruppen på DM. Vid tömningen och transporten av slipmullen som bildas vid det centrala emulsionssystemet på vevaxelavdelningen upplever logistikpersonalen en del problem då slipmullen är väldigt blöt, berättar Sivan Shabo¹⁷. Tömningar av behållare från detta system sker två gånger per skift, vilket anses vara för ofta. Eftersom behållarna innehåller mycket emulsionsvätska tar tömningarna av dessa längre tid att utföra, med anledning att minimera risken att emulsionen hamnar på golvet. Shabo berättar att den blöta slipmullen även orsakar en halkrisk för truckarna, försämrad arbetsmiljö i form av smutsigt golv och utrustning och en försvårad transport till by 218.

¹⁶Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

¹⁷Sivan Shabo (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från logistikavdelningen.

Vid by 218 samlas slipmull från samtliga avdelningar i stora containrar, som bevaras under kontroll då slipmull är ett miljöfarligt avfall. Även vid by 218 upplever personalen flera problem med den blöta slipmullen. Det förekommer att hål bildas i botten på slipmullbehållarna, vilket orsakar läckage av slipmull vid de interna transporterna. Som åtgärd på detta problem rustas nu behållarna med plastpåsar, vilket innebär att även plastpåsarna klassas som oljekontaminerat avfall och måste deponeras tillsammans med slipmullen. Eftersom containrarna där slipmullen bevaras inte är omslutna händer det även att slipmullen fryser fast under vintertid, och detta är något som försvårar tömningarna avsevärt, enligt Nenad Janjetovic¹⁸, som är ansvarig för hanteringen av restprodukterna på by 218.

När en container har fyllts upp kontaktas det externa företaget som sköter den slutliga hanteringen av slipmull. I dagsläget är det Ragn-Sells som tar hand om slipmullen som bildas på Scania, och hanteringen sker vid Ragn-Sells anläggning i Högbytorp. I samtal med Robert Boqvist¹⁹ berättar han att Ragn-Sells klassar slipmullen som oljekontaminerat avfall, och av denna anledning förkomposteras slipmullen i så kallade limpor med syftet att sanera bort dess oljeinnehåll. Därefter binds eventuella lakbara föroreningar upp, och slipmullen stabiliseras med aska för att uppnå en säker deponering. Slutligen hamnar slipmullen på specialdeponi. Den speciella deponeringen medför höga kostnader för hanteringen av avfallet för Scania. Andra kostnader förekommer dessutom vid transporter av slipmull, både interna och externa. I dagsläget faktureras Scania med cirka 1500 SEK per kg slipmull som Ragn-Sells tar hand om. Även arbetskraften som krävs för tömningar, rengöring samt intern förhantering av slipmull inkluderas i förbrukningen av resurser som avfallet ger upphov till. Förutom de materiella aspekterna bidrar slipmullen även till en ökad mängd avfall som klassas till deponi, vilket är något som Scania vill minska av i enlighet med företagets miljömålsättning Waste Roadmap. Det är därför av intresse för Scania att reducera mängden slipmull som bildas idag, och eventuellt ta tillvara på dem värdefulla fraktionerna som förloras i samband med deponeringen, som metall och emulsion.

5.3 Val av åtgärdsförslag

Under kartläggningen av vevaxelavdelningen undersöktes flera metoder och tekniker för reducering och hantering av slipmullen. Undersökningen av dessa metoder utfördes genom dels inventeringar, där kunskap om metoderna samlades, och dels genom intervjuer med insatta personer på vevaxelavdelningen. Nedan nämns de mest kvalificerade metoderna som undersöktes och vad undersökningen av dessa visade för resultat.

5.3.1 Torrbearbetning och MQL

Torrbearbetning innebär metallbearbetning utan tillförsel av emulsion, eller annan typ av skärvätska. Denna typ av bearbetning omfattar andra typer av bearbetningsprocesser där tillförsel av skärvätska inte är nödvändig. Bearbetningen utan skärvätska ställer därmed krav på maskiner och skärverktygen vad gäller utformning för optimal kylning (Brosgård

¹⁸Nenad Janjetovic (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från avfallshanteringen by 218.

¹⁹Robert Boqvist (2019). Mail. Mailkontakt med produktionstekniker på Ragn-Sells i Högbytorp.

och Fahlman, 2015). Som det nämns under avsnitt 4.11, uppstår slipmull när emulsion blandas med den bortslipade metallen från arbetsstycken. Då ingen emulsion tillförs under torrbearbetningen bildas det torra metalspånor istället för slipmull, vilket är önskvärt i detta fall. En annan fördel med torrbearbetning är att samtliga kostnader som uppstår i samband med förbrukning av emulsion kan elimineras. En annan variant av torrbearbetning kallas för *Minimal Quantity Lubrication*, vilket kan översättas till minimalsmörjning. Till skillnad från torrbearbetning handlar MQL om att tillföra den minsta möjliga mängden skärvätska vid metallbearbetningen. Vid MQL tillförs skärvätskan i form av aerosoler bestående av oljedroppar upplösta i luft (SKF, 2019). Även denna metod kan förhindra uppkomsten av slipmull.

En omställning från den befintliga slipningen på vevaxelavdelningen till torr bearbetning eller MQL kräver ett omfattande arbete, där samtliga slipmaskiner måste ersättas med andra typer av andra maskiner. Detta leder till ett helt nytt bearbetningssätt av vevaxlar på Scania, vilket kräver lång tid för implementering och en väldigt hög investeringskostnad. Av denna anledning har både torrbearbetning och MQL, i samråd med insatta personer, eliminerats i valet av en åtgärd för reducering och hantering av slipmull.

5.3.2 Byte av centrala emulsionssystemet

En annan åtgärd som undersöktes är byte av det centrala emulsionssystemet. Anledningen till att denna åtgärd undersöktes är att filtreringen av slipmull är bristfällig i det centrala emulsionssystemet, se avsnitt 5.1. Installation av ett nytt centralt emulsionssystem skulle eventuellt minska andelen restemulsion i slipmullen, och därmed reducera av den totala mängden som deponeras idag.

Även denna åtgärd kräver en relativt hög investeringskostnad, enligt flera anställda på vevaxelavdelningen. Ett byte av det centrala emulsionssystemet skulle även innebära ett stopp i produktionen av vevaxlar under tiden som installationen pågår. Dessutom skulle slipmull bildas även efter bytet av emulsionssystemet, men i mindre mängder. Med avseende på alla dessa aspekter eliminerades även denna åtgärd i arbetet.

5.3.3 Brikettering och återförande av restemulsion

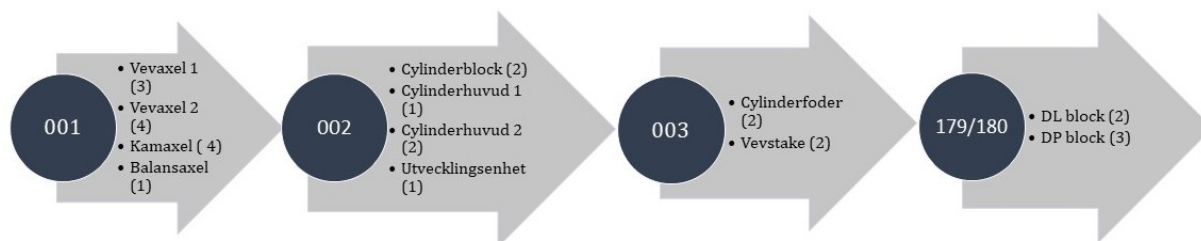
Brikettering av slipmull och återförande av emulsion är en metod som har tillämpats av flera andra verksamheter för reducering och hantering av slipmull. Denna metod medför inga angrepp på det befintliga produktionssystemet, utan dess komponenter kan installeras i ett anslutande system. Vid samtal med insatta personer på DM, tycktes den metod vara kvalificerad för en mer utförlig undersökning och analys. Därmed är denna metod i fokus under fortsättningen av arbetet med reducering och hantering av slipmull. En utförlig beskrivning och analys av denna åtgärd följer under avsnitt 8 och 11.

6 KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING FÖR REDUCERING AV SPILLVATTEN

Följande kapitel syftar till att redogöra för en generell beskrivning av nuläget för tvättmaskinerna på DM samt en mer detaljerad beskrivning av sluttvättmaskinen för cylinderblocken på DM. Informationen nedan har erhållits genom intervjuer, studiebesök och telefonmöten.

6.1 Hela motortillverkningen, DM

Den största källan till spillvatten på DM är från tvättmaskinerna som finns på respektive produktionsavdelning. Det finns totalt 27 st tvättmaskiner (mellantvätt och sluttvätt) innehållande tvätt-tank som i genomsnitt rymmer fem kubikmeter, bortsett från DMAHK (Cylinderhuvud 1) som har en sluttvätt på 16 kubikmeter. Antalet tvättmaskiner för varje produktionsavdelning i samtliga byggnader på DM kan ses i figur 19. Enligt Marta Garcia Tierno²⁰ som arbetar med Scania's processvätskor är byte av tvättvatten en tidskrävande process som vanligtvis tar en dag för de flesta tvättmaskinerna. En del produktionsavdelningar som bland annat DMAEB (Cylinderblock) har tömning av tvättmaskinerna på helgen då de inte har någon produktion. För andra produktionsavdelningar som har igång produktionen även under helgen, innebär ett vattenbyte större produktionskostnader eftersom produktionen måste stå stilla under tiden som det sker ett vattenbyte.



Figur 19: Samtliga tvättmaskiner för respektive avdelning på DM. Siffrorna inom parentes representerar antalet tvättmaskiner.

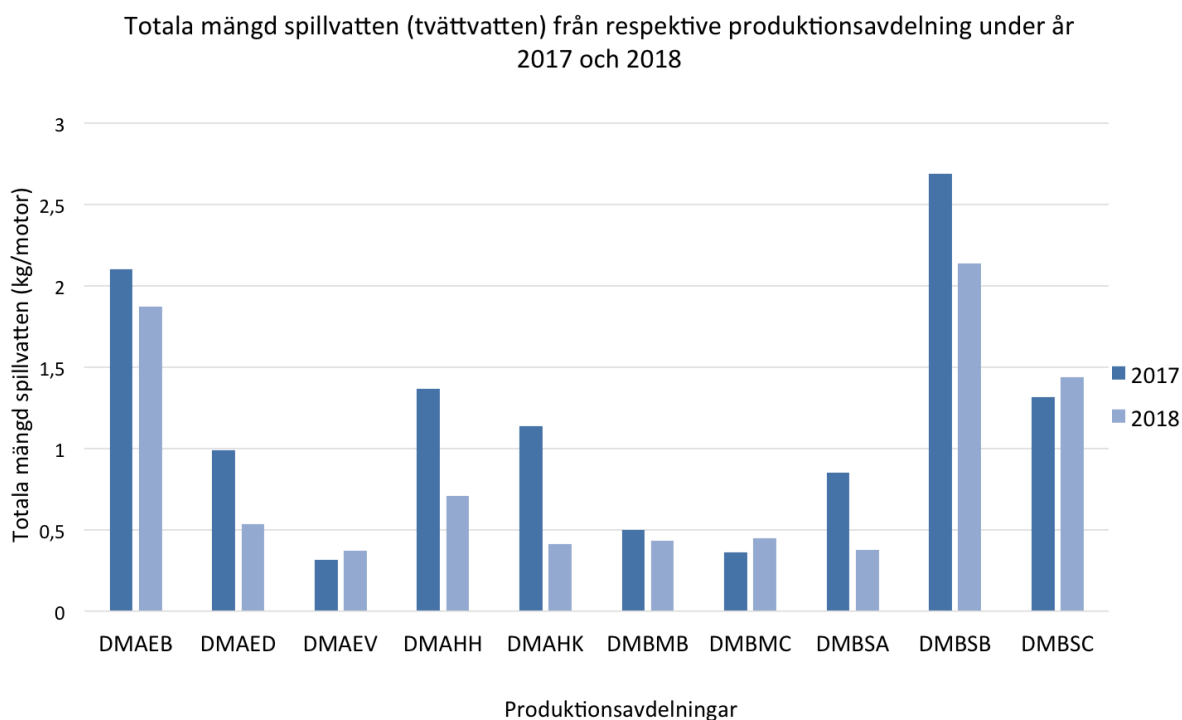
När det sker ett vattenbyte i tvättmaskinerna är det företaget ISAB som står för tömning, rengöring och påfyllning av nytt tvättvatten. Allt tvättvatten i tvättmaskinen töms och tvätt-tanken rengörs från avlagring av smuts, spån och salt. Därefter fylls tvättmaskinen med ny tvättvätska, medan det smutsiga tvättvattnet skickas till avfall som spillvatten, antingen till Scania's interna avfallsanläggning eller externt till Stena Recycling. Tvättvattnet byts oftare i sluttvättarna jämfört med mellantvättarna eftersom det är det sista renhetssteget innan komponenterna skickas till montering. Idag byter många produktionsavdelningar tvättvattnet i sluttvätten flera gånger i månaden, till och med varannan vecka, oberoende hur många artiklar som har tvättats. Den främsta anledningen till det är för att många avdelningar inte får godkända renhetsanalyser på sina komponenter, beskriver Tierno. För att minimera risken att komponenterna inte når upp till de bestämda renhetskraven byter produktionsavdelningarna tvättvattnet allt oftare än vad som borde vara nödvändigt.

²⁰Marta Garcia Tierno (2019-11-20). Intervju. Arbetar som industriell ingenjör på avd TEEM.

Tvättvattnet byts endast i förebyggande syfte, utan vetskap om kvalitet på tvättvattnet eller om det är såpass smutsigt att det behöver bytas, enligt Eriksson²¹ på DMAEB.

6.2 Statistik för tvättmaskinerna på DM

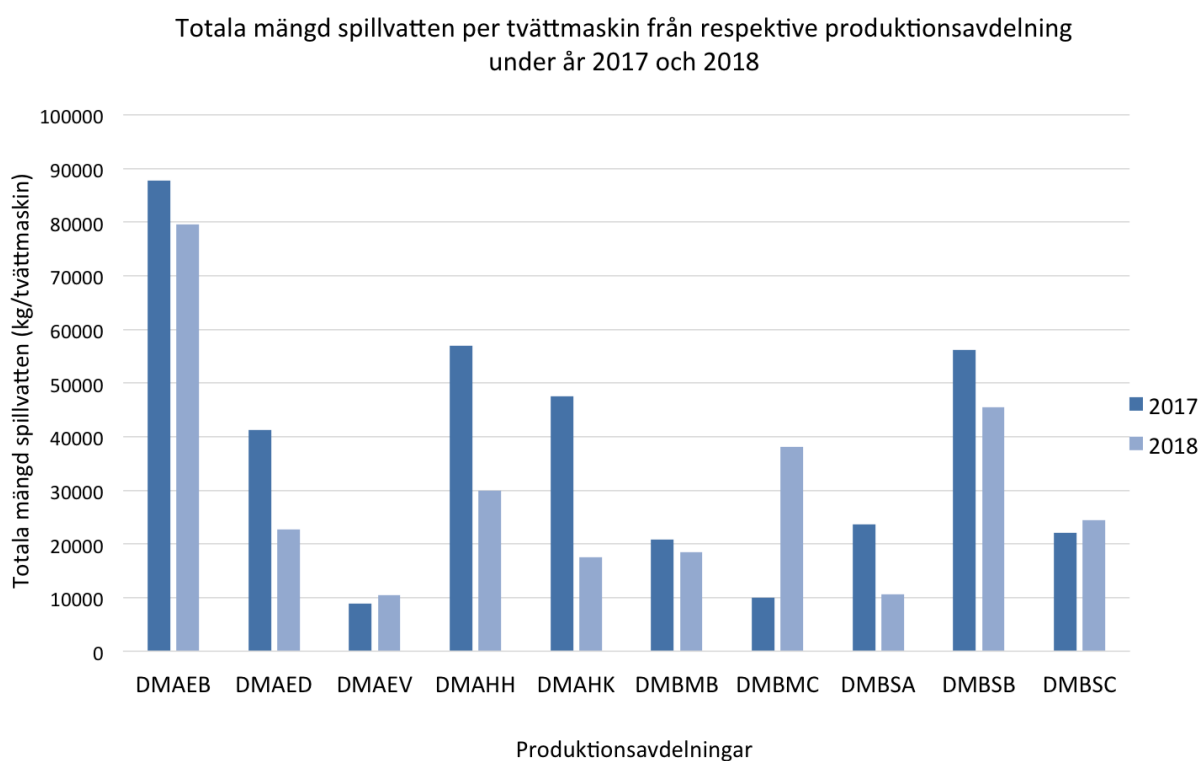
För att få en uppfattning om hur mycket tvättvatten som förbrukas årligen från tvättmaskinerna på DM har statistik sammanställts. Varje gång det sker en tömning av tvättmaskinerna skickas det mellan sex till tio kubikmeter spillvatten till avfallshanteringen. Figur 20 representerar mängden kilogram spillvatten per tillverkad motor från samtliga tvättmaskiner från vardera avdelning under år 2017 och år 2018. Det är produktionsavdelningarna DMAEB och DMBSB (Vevaxlar 2) som står för den största mängden spillvatten från deras samtliga tvättmaskiner under båda åren. Under år 2017 skickades mest spillvatten till avfall, DMAEB skickade ungefär 2 kilogram per motor spillvatten vilket motsvarar 175,5 kubikmeter och DMBSB skickade runt 2,7 kilogram per motor vilket motsvarar 224 kubikmeter spillvatten. Den totala mängden spillvatten som skickas från samtliga tvättmaskiner på vardera produktionsavdelning beror av olika parametrar som exempelvis: antalet tvättmaskiner, antalet vattenbyten, typ av komponent som tvättas, bestämda renhetsnivåer, underhåll och kontroll av tvättmaskinerna med mera.



Figur 20: Spillvatten (tvättvatten) från samtliga tvättmaskiner från respektive produktionsavdelning under år 2017 och 2018. y-axeln representerar kilo spillvatten per producerad motor och x-axeln visar namnen på produktionsavdelningar med tvättmaskiner på DM.

²¹Jonny Eriksson (2019-11-11). Intervju. Arbetar som tekniker på DMAEB.

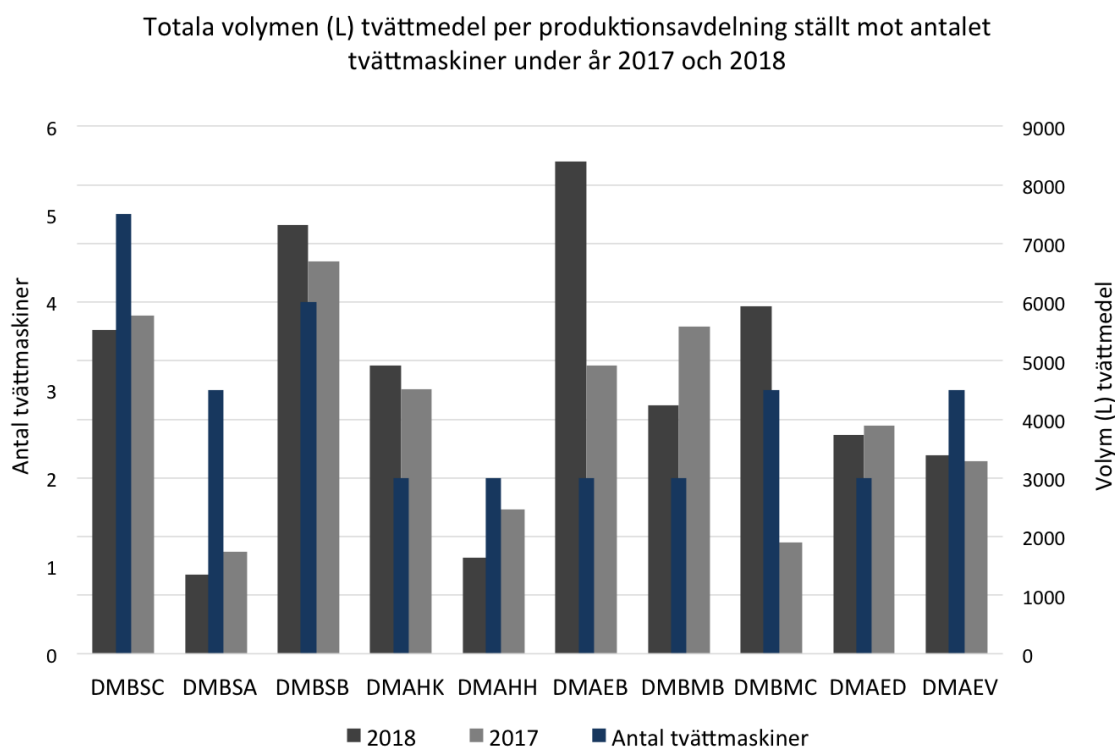
DMAEB har två tvättmaskiner medan DMBSB har fyra tvättmaskiner. För att erhålla mängden tvättvatten som förbrukas per tvättmaskin har den totala mängden kilogram spillvatten från vardera avdelning dividerats med antalet tvättmaskiner på respektive produktionsavdelning. Resultatet som erhålls är mängden spillvatten som används per tvättmaskin under år 2017 och år 2018 hos DM:s avdelningar, vilket finns representerat i figur 21. Följande diagram visar att DMBSB inte förbrukade mest tvättvatten per tvättmaskin under 2017, utan det var andra avdelningar som använde betydligt mer tvättvatten för respektive maskin. Däremot är DMAEB den avdelning som förbrukade mest tvättvatten per tvättmaskin på hela DM, både år 2017 och år 2018. Figur 21 är mer representativt jämfört med figur 20 eftersom det ger större förståelse för vilken produktionsavdelning som i genomsnitt använder mest tvättvatten per tvättmaskin. Med hänsyn till att vattentankarna rymmer ungefär samma mängd, med undantag från DMAHK. Det ger i sin tur indikationer på att produktionsavdelningar med tvättmaskiner som förbrukar stora mängder tvättvatten per tvättmaskin har större renhetsproblem än andra avdelningar, vilket de försöker förhindra med hjälp av mer frekventa vattenbyten.



Figur 21: Mängden spillvatten (kg) per tvättmaskin för vardera produktionsavdelning.

Vidare sammanställdes volymen (L) förbrukad tvättmedel ställt mot antalet tvättmaskiner för vardera produktionsavdelning. Figur 22 visar volymen förbrukat tvättmedel för respektive avdelning under år 2017 och år 2018, där en kan förvänta sig en proportionalitet mellan antalet tvättmaskiner och volymen (L) förbrukat tvättmedel. Det vill säga, för de produktionsavdelningar med ett fåtal tvättmaskiner borde den förbrukade volymen tvättmedel också vara längre jämfört med de produktionsavdelningar som har fler tvättmaskiner.

Genom att studera diagrammen kan det konstateras att det inte alltid är fallet, en del avdelningar förbrukar betydligt mer tvättmedel förhållande till antalet tvättmaskiner. DMAEB är en av de avdelningar som endast har två tvättmaskiner, men ändå förbrukade mest tvättmedel under båda två åren, där 2018 var det år med störst mängd tvättmedel som konsumerades.



Figur 22: Volymen tvättmedel per antalet tvättmaskiner för vardera produktionsavdelning på DM.

Den sammanställda statistiken över den förbrukade mängden tvättvatten och tvättmedel ger indikationer om att det föreligger problem med tvättmaskinerna på DM som kan kopplas till renhetsproblemen. Resultatet från statistiken kan kopplas till avsnittet 4.11 i teoridelen, där överdosering av tvättmedel och frekventa vattenbyten är två åtgärder som används för att minimera risken att komponenterna inte når renhetskraven (Schulz, 2012). Statistiken visar även att det är en del av produktionsavdelningar som har större problem än andra eftersom de har en större förbrukning av både tvättvatten och tvättmedel per maskin jämfört med andra avdelningar.

6.3 Problematik med DM:s sluttvättar

Tre övergripande problem rörande sluttvättarna identifierades på DM, som skulle kunna kopplas till de frekventa vattenbytena.

- **Avsaknad av ansvar för tvättmaskinerna**

Det råder brist på ansvar för tvättmaskinerna från många av produktionsavdelningarna på DM. Det är få avdelningar som tar ett större ansvar för att tvättmaskinerna underhålls som de ska och det resulterar i att de bortprioriteras och glöms bort i det övriga arbetet på produktionen. Till följd av detta har det under en längre period varit brist på daglig skötsel och kontroll av tvättmaskinerna på DM, vilket har lett till en rad olika problem som har orsakat dålig renhet och frekventa vattenbyten enligt Filip Naeslund²² som arbetar på avdelningen DMAEB.

- **Avsaknad av underhåll och kontroll av tvättmaskinerna**

Det andra problemet gällande tvättmaskinerna är avsaknad av kontinuerlig kontroll och underhåll som är en påföljd av bristande ansvar. Enligt Tierno²³ finns det en generell syn på tvättmaskinerna att de inte tillhör produktionsprocessen och ses därför inte som en "riktig" maskin som behöver underhållas såsom bearbetningsmaskiner. Utifrån egna observationer och intervjuer kan det konstateras att det finns bristande arbete avseende skötseln av tvättmaskinerna på DM.

1. **Icke fungerande filter**

På en del av tvättmaskinerna på DM fanns det filter som inte fungerade och vissa var igensatta med för mycket smuts och järnpartiklar för att kunna verka optimalt. Via egna observationer ute på produktionsavdelningarna uppmärksammades det även att en del nya filter som skulle användas i tvättmaskinen inte hade hanteras som de borde. En del filter låg smutsiga bredvid tvättmaskinen, vilket ökar risken för sämre filtreringskapacitet. Att mycket av de stora partiklarna följde med artikeln in i tvättmaskinen istället för att ansamlas i grovfiltret, var även ett problem som kunde konstateras.

2. **Icke fungerande oljeavskiljare**

Som tidigare nämnts är oljeavskiljaren av stor betydelse för att tvättmaskinen ska verka optimalt och komponenterna ska uppnå de bestämda renhetskraven. Det uppmärksammades att det fanns både okunskap om dess funktion och en avsaknad av dagligt underhåll av samtliga oljeavskiljare på DM. På en del sluttvättar var oljeavskiljaren avstängd eftersom personalen på avdelningen hade fått uppfattningen att oljeavskiljaren skilde av allt tvättmedel i tvätt-tanken vilket orsakade dåliga renhetsnivåer på komponenterna. Enligt Tierno²⁴ tyder resonemanget på okunskap om dess funktion och hur oljeavskiljaren är tänkt att samverka med de andra funktionerna som doseringspumpen för tvättmedel.

3. **Icke fungerande avsaltningsanläggning**

²²Filip Naeslund (2019-11-05). Intervju. Arbetar på avd DMTVA.

²³Marta Garcia Tierno (2019-11-20). Intervju. Arbetar som industriell ingenjör på avd TEEM.

²⁴Marta Garcia Tierno (2019-11-20). Intervju. Arbetar som industriell ingenjör på avd TEEM.

Det har även uppdagats att det har varit problem med avsaltningsanläggningen till vissa tvättmaskiner. Syftet är att avjonisera det ingående vattnet till tvättmaskinen för att undvika att det bildas saltavlagring i tvätt-tankens som kan försämra tvättningsprocessen. Enligt Naeslund²⁵ har det uppdagats att en av avsaltningsanläggningarna inte hade besiktats på mycket länge. När det väl utfördes en besiktning visade det sig att avsaltningsmaskinen inte fungerade och det hade bildats ett tjockt lager med salt i botten av tvätt-tankens.

4. Icke fungerande doseringspump för tvättmedel

Utifrån egna observationer och samtal med operatörer på produktionsavdelningarna uppmärksammades problem med doseringspumparna för tvättmedel på en del tvättmaskiner. Fel mängd tvättmedel doserades samt trasiga pumpar som hade stått stilla en längre period utan att det hade upptäckts. Att ovannämnda problem inte uppmärksammas i god tid tyder på att det underhåll och kontroll som idag utförs på tvättmaskinerna inte är tillräckligt.

• Avsaknad av kunskap om tvättmaskinerna

Utifrån egna observationer samt intervjuer med både tekniker och produktionsansvariga erhålls en delad bild av att det inte finns någon direkt kunskap om tvättmaskinerna på DM. De är få som har kunskap om hur tvättmaskinerna bör skötas eller hur essentiella parametrar som tvättmedel, filter, oljeavskiljare med mera bör regleras för att erhålla en optimal tvättningsprocess enligt Tiero²⁶. Istället sker mycket på rutin och många faktorer som dosering av tvättmedel hålls konstanta oberoende om andra parametrar i tvättvattnet förändras. Det gör det svårt att erhålla god kvalitet på tvättvattnet under en längre period när inte tvättvattnets parametrar justeras utifrån vattenkvaliteten. Det har lett till att det sker vattenbyten utan vetskap om tvättvatskans kvalitet. Oberoende antalet komponenter som har tvättats byts vattnet efter en specifik tidsperiod som är bestämd utan någon bakomliggande orsak. Det resulterar i att vissa veckor har endast 200 komponenter tvättats och andra veckor har 2000 komponenter tvättats innan tvättvattnet i tvättmaskinerna byts. Det optimala borde vara att byta tvättvattnet utifrån antalet komponenter som har tvättats och inte efter en bestämd tidsperiod, beskriver Tiero. För att det ska vara möjligt måste tvättvattnet analyseras kontinuerligt och det måste finnas en större förståelse för hur de essentiella parametrarna bör regleras.

6.3.1 Intervju med leverantören Henkel

För att erhålla större förståelse för problematiken med tvättmaskinerna på DM genomfördes en intervju med Lars Eriksson²⁷ och Christian Enquist²⁸ som arbetar för företaget Henkel med att bland annat ta prover på tvättvattnet i tvättmaskinerna på DM. Vid provtagning mäter de tvättvattnets pH-värde, kloridhalten samt koncentrationen tvättmedel genom titrering. Bortsett från provtagning är deras roll att säkerställa korrekt dosering av tvättmedel och att doseringspumparna opererar som de ska. De har arbetat med Scania

²⁵Filip Naeslund (2019-11-05). Intervju. Arbetar på avd DMTVA.

²⁶Marta Garcia Tiero (2019-11-20). Intervju. Arbetar som industriell ingenjör på avd TEEM.

²⁷Lars Eriksson (2019-11-12). Intervju. Lars arbetar på Henkel med tvättvatskor.

²⁸Christian Enquist (2019-11-12). Intervju. Christian arbetar som säljchef på Henkel.

under många år och har stor erfarenhet vad gäller underhåll av tvättmaskiner.

Enligt Eriksson och Enquist underhålls inte tvättmaskinerna som de borde, vilket är en bidragande orsak till varför många komponenter inte når renhetskraven. För samtliga produktionsmaskiner finns det tydliga riktlinjer och arbetssätt för hur varje specifik maskin ska underhållas. Eftersom tvättmaskinerna inte ses som en av de vanliga maskinerna finns det ingen metod för hur tvättmaskinerna ska underhållas för att verka optimalt beskriver Enquist.

Utifrån vattenproverna som tagits under åren konstaterar Larsson och Enquist att pH-värdena oftast har varit stabila, men att koncentrationen tvättmedel har varit varierande, både över och under de bestämda koncentrationsvärdena. Många gånger har vattenproverna visat alldeles för låga koncentrationer av tvättmedel i tvättmaskinerna. Det är givetvis mer kritiskt med låga koncentrationer då det innebär en risk att komponenterna som tvättas inte blir rena. Under en del veckor när de har arbetat på DM har doseringspumparna för tvättmedlet antingen varit avstängda eller ur funktion, utan deras vetskap.

Därutöver beskriver Eriksson²⁹ och Enquist³⁰ ett problem med att en del av tvättmaskinerna på DM inte har en avsaltningсанläggning samt att många tvättmaskiner är enstegsmaskiner. En enstegstvättmaskin innebär i regel att det inte finns en avsköljningstank där den huvudsakliga smutsen på artiklarna spolas av innan artikeln förs in i tvättningssprocessen. Att ha en avsköljningstank förhindrar tvättvattnet att bli lika smutsigt samt ger bättre förutsättningar till att kunna använda tvättvattnet längre än vad det görs idag. De poängterar även vikten med att ha ett väl fungerande filter och en oljeavskiljare på tvättmaskinerna.

6.4 Sluttvätten på DMAEB

Sluttvätten på produktionsavdelningen cylinderblock DMAEB består av tre delar; en behandlingsstation, en sköljstation samt en torkstation. Enligt Jonny Eriksson³¹ är cykeltiden 5:45 minuter och det är endast ett cylinderblock som kan tvättas i taget. Artiklarna matas in automatiskt på ett rullband till första stationen, detaljrengöringen. I den rengörs artiklarna genom rotation i fyra steg. Under första steget sker en förrengöring av komponenten via spolning, en upplösningssprocess av olja och smuts samt en ytlig utvändig rengöring. Därefter roteras artikeln vidare till det andra steget som är huvudrengöring med en tryckströmningssprocess på de större ytorna och en pulserande vätskefyllning av artikelns gånghål och detaljpartier. Med tryckströmning menas att processvätskan sprutas med ett högt tryck på produkten. Artikeln roteras sedan vidare till det tredje steget som är en efterrengöring med spolning med syfte att avlägsna kvarvarande smuts. Det slutgiltiga steget består av avrinning under vridning och utsugning av fukt. Efter rengöring transporteras artikeln till torkningsstationen, där artikeln torkas i en vakuumtork (Scania, 2019d).

²⁹Lars Eriksson (2019-11-12). Intervju. Lars arbetar på Henkel med tvättvätskor.

³⁰Christian Enquist (2019-11-12). Intervju. Christian arbetar som säljchef på Henkel.

³¹Jonny Eriksson (2019-11-11). Intervju. Arbetar som tekniker på DMAEB.

Tvättvätskan cirkulerar i tvättmaskinen tills att det sker en tömning av tvättvattnet och för cylinderblocken sker det varannan vecka. För att vätskan ska kunna cirkulera så länge som möjligt i tvättmaskinen måste fasta partiklar såsom järnspån och smuts filtreras bort. I den undre mottagningstanken där förrengöringen sker finns ett grovfilter i form av ett trumfilter placerat, för att avlägsna alla större fasta partiklar som följer med blocket från bearbetningen. Allt material som fastnar i trumfiltret skrapas av automatiskt och leds ut till en separat behållare (Scania, 2019d). DMAEB har problem med att mycket av de större partiklarna följer med in i tvätt-tankens istället för att fastna i trumfiltret. Det medför att tvättvattnet innehåller mycket stora fasta partiklar som sedan måste avlägsnas när tanken rengörs beskriver Eriksson.

Därefter sker finfiltreringen av tvättvätskan i returflödet med pappersbandfilter innan det skickas vidare till den övre förtanken. Papperbandsfiltret avlägsnar alla mindre partiklar som är större eller lika med fem mikrometer (Mercatus, u.å). I förtanken upphettas det filtrerade tvättvattnet för att sedan återanvändas i nästa tvättningsprocess (Scania, 2019d).

Enligt Eriksson³² har DMAEB i dagsläget inte en fungerande oljeavskiljare. Problemet är att den inte separerar oljan från tvättvattnet som den ska. Det ska endast vara olja som flödar till tanken som samlar upp den olja som har separerats i oljeavskiljaren. Det är inte fallet, istället är det huvudsakligen tvättvatten i uppsamlingstanken, vilket betyder att oljan finns kvar i tvättvattnet.

Sluttvatten har en automatisk doseringpump för tvättmedlet som doserar en konstant mängd tvättmedel varje gång vatten pumpas in oberoende om det sker en förändring av de andra parametrarna i tvättvattnet. Under vissa veckor har det varit för låga koncentrationer och andra veckor har koncentrationen tvättmedel varit för hög i tvättvattnet. Anledningen till varför koncentrationen varierar beror enligt Naeslund³³ bland annat på att det finns en okunskap gällande vilken mängd tvättmedel som ska doseras. Det finns skilda åsikter kring mängden tvättmedel som ska doseras, därav justeras mängden utifrån den person som arbetar på produktionsavdelningen det skiftet.

6.4.1 Vattenbyten och renhetsanalyser

Resultatet från renhetsrevisioner under 2017 och 2018 har sammanställts tillsammans med vattenbyten samt antalet artiklar som har tvättats mellan varje vattenbyte i tabell 1. Utifrån tabell 1 kan det ses att det inte finns en tydlig koppling mellan godkända eller ej godkända renhetsrevisioner och antalet dagar mellan vattenbyte och utförda renhetsanalyser. Komponenterna erhåller ej godkända renhetsrevisioner efter att tvättvattnet har använts i fem dagar, likväl som för 11 dagar. Samtidigt erhåller komponenterna godkända renhetsrevisioner vid tillfällen när tvättvattnet har använts i 15 och åtta dagar.

³²Jonny Eriksson (2019-11-11). Intervju. Arbetar som tekniker på DMAEB.

³³Filip Naeslund (2019-11-05). Intervju. Arbetar på avd DMTVA.

Tabell 1: Sammanställning av antal dagar mellan vattenbyte och renhetsanalyser, antal tvättade artiklar samt godkända eller ej godkända renhetsrevisioner under slutet av 2017 och år 2018.

Dagar mellan vattenbyte och renhetsanalyser	Tvättade artiklar	Renhetsrevisioner
5 dagar	570	Ej godkänd
6 dagar	684	Ej godkänd
7 dagar	798	Godkänd
6 dagar	684	Godkänd
12 dagar	1368	Godkänd
13 dagar	1482	Godkänd
11 dagar	1254	Ej godkänd
9 dagar	1026	Ej godkänd
8 dagar	912	Ej godkänd
6 dagar	684	Ej godkänd
8 dagar	912	Godkänd
6 dagar	684	Ej godkänd
7 dagar	798	Godkänd
9 dagar	1024	Ej godkänd
6 dagar	684	Ej godkänd
15 dagar	1710	Godkänd
5 dagar	570	Godkänd
3 dagar	342	Ej godkänd
6 dagar	684	Ej godkänd

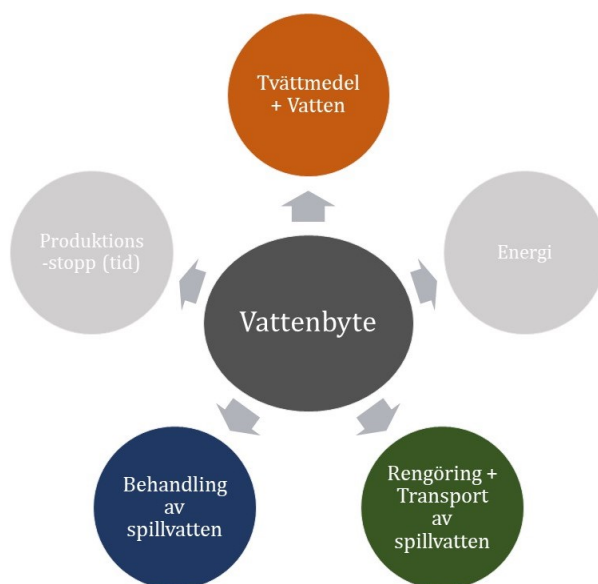
Det förväntade resultatet är att det skulle finnas en proportionalitet mellan antalet tvättade artiklar och godkända eller ej godkända renhetsrevisioner, men så är inte fallet. För vissa tillfällen erhålls ej godkända renhetsrevisioner när ungefär 600 artiklar har tvättats och vid andra tillfällen tvättas över 1000 artiklar och erhåller godkända renhetsrevisioner, vilket tabell 1 redovisar. Det tyder på att det inte finns någon koppling mellan tvättvattenbytena och bättre renhet på komponenterna. Oberoende om det sker ett vattenbyte efter endast några dagar klarar cylinderblocken ändå inte renhetskraven, vilket tyder på att ett vattenbyte är inte hela lösningen på problemet. Idag byts tvättvattnet i sluttvätten utan att veta orsaken till varför komponenterna i sluttvätten inte når de bestämda renhetskraven.

Enligt Filip Naeslund³⁴ skulle det optimala vara att byta vatten utifrån antalet komponenter som har tvättats, särskilt vad gäller sluttvätten på DMAEB eftersom det är samma slags komponenter som tvättas i tvättmaskinerna. Det betyder att de komponenter som tvättas är ungefär lika smutsiga, därav borde byte av tvättvatten ske efter att ett specifikt antal artiklar har tvättats, men så är inte fallet idag. Naeslund anser att det borde vara möjligt att tvätta runt 2000 komponenter i sluttvätten innan vattnet behöver bytas. Han tillägger att det inte är tvättvattnet som är huvudproblemet, utan att det inte finns tillräcklig kunskap om hur tvättmaskinen ska skötas.

³⁴Filip Naeslund (2019-11-05). Intervju. Arbetar på avd DMTVA.

6.4.2 Kostnader för vattenbyte på DMAEB

Utöver sammanställning av mängden vatten och tvättmedel som förbrukades under år 2017 och år 2018 har kostnader för byte av tvättvattnet beräknats. I följande beräkningar har både mellantvätten och sluttvätten tagits med för att erhålla en större förståelse för de totala kostnaderna för DMAEB, varje gång det sker ett vattenbyte. De parametrar som utgör den största sammanlagda kostnaden för ett vattenbyte är; rengöring och transport av spillvatten, tvättmedel och vatten samt behandling av spillvatten som redovisas i figur 23. Den separata kostnaden för energiförbrukning under tömning av tvättmaskinerna tas inte med i beräkningarna. Den största energiförbrukningen under ett vattenbyte är uppvärmningen av tvättvattnet. I och med att tvättvattnet redan är uppvärmt av ISAB, är kostnaden för uppvärmning av vattnet en del av den totala kostnaden som betalas till ISAB. Vad gäller kostnaden för att produktionen står stilla under de timmar som det sker ett vattenbyte gäller inte för produktionsavdelningen DMAEB eftersom de byter tvättvatten under helgen när deras produktion inte är igång.



Figur 23: Kostnaderna vid byte av tvättvatten. Kostnader för produktionsstopp och energi som är gråa figuren är inte inräknade i kostnaden för vattenbyte på DMAEB.

I tabell 2 ses en beskrivning av den data som har används vid beräkning av kostnaden för vattenbyte i mellantvätten och sluttvätten på DMAEB. Informationen har erhållits från bland annat fakturor från ISAB samt information från Marta Tierno³⁵.

³⁵Marta Garcia Tierno (2019-11-20). Intervju. Arbetar som industriell ingenjör på avd TEEM.

Tabell 2: Sammanställning av data som har använts vid beräkning av kostnaden per vattenbyte samt den årliga kostnaden för samtliga vattenbyten för mellantvätten och sluttvätten på DMAEB.

Data	Sluttvätt	Mellantvätt	Enhet
Tankstorlek	5	5	m ³
Tvättmedel	Henkel	DST	Henkel/DST
Koncentration	3,3	4,5	%
Arbetstid vattenbyte	13	13	h
Antal personal	2-3	2-3	st
Sugtid	7	7	h
Hetvattentvätt	6	6	h
Antal vattenbyten	24	4	ggr/per år
Kostnad/enhet	Sluttvätt	Mellantvätt	Enhet
Henkel	24	24	SEK/L
DST	53,1	53,1	SEK/L
Vatten	40	40	SEK/L
Arbetstid (ISAB)	760	760	SEK/h
Servicebil (ISAB)	200	200	SEK/bil
Transport (ISAB) + Behandling (ext)	1580	1580	SEK/m ³
Sugtid (ISAB)	548	548	SEK/h
Hetvattentvätt (ISAB)	146	146	SEK/h
Behandling (By 218)	1400	1400	SEK/m ³

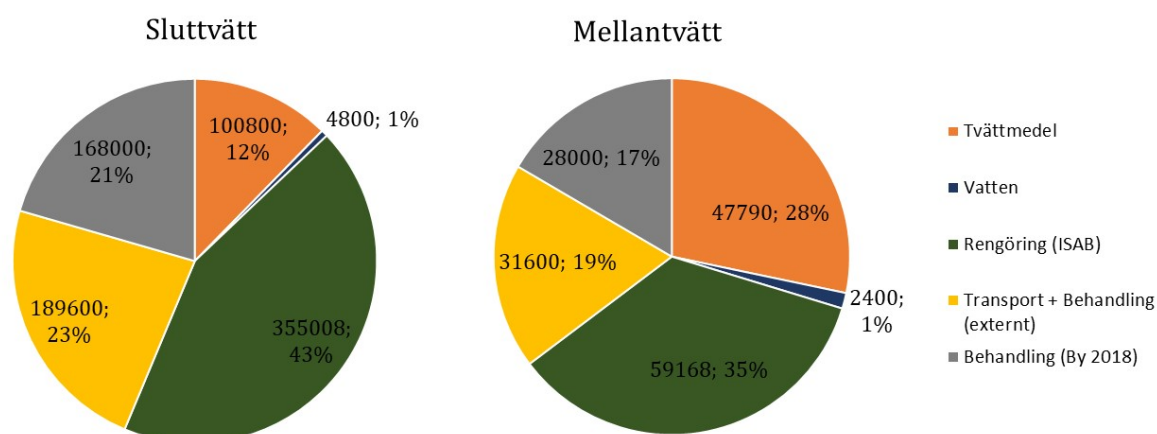
Kostnaden per vattenbyte, årliga kostnaden, samt den sammanlagda kostnaden för mellantvätten och sluttvätten vid extern hantering kan ses i tabell 3. I och med att det endast skiljer 180 SEK mellan intern och extern hantering blir den totala kostnaden ungefär den samma oberoende om spillvattnet behandlas internt på Scania eller skickas för behandling hos Stena Recycling. Kostnaden per vattenbyte för mellantvätten är 34 840 SEK och för sluttvätten kostar varje vattenbyte 27 092 SEK. Anledningen till att mellantvätten har en högre kostnad per vattenbyte är på grund av att tvättmedlet DST som används är dyrare per liter jämfört med det tvättmedel som används i sluttvätten.

Tabell 3: Sammanställning av kostnaden per vattenbyte, årliga kostnaden för vattenbyte för mellantvätten och sluttvätt samt den sammanlagda kostnaden för vattenbyte för de två tvättmaskinerna på DMAEB.

Kostnad/vattenbyte (ext)	Sluttvätt	Mellantvätt	Enhet
Tvättmedel	4200	11 947,5	SEK
Vatten	200	200	SEK
Rengöring (ISAB)	14 792	14 792	SEK
Transport (ISAB) + Behandling (ext)	7900	7900	SEK
Behandling (By 218)	0	0	SEK
Totalt	27 092	34 840	SEK
Årlig kostnad (ext)			
Tvättmedel	100 800	47 790	SEK
Vatten	4800	2400	SEK
Rengöring (ISAB)	35 5008	59 168	SEK
Transport (ISAB) + Behandling (ext)	189 600	31 600	SEK
Behandling (By 218)	0	0	SEK
Totalt	650 208	140 958	SEK
Årlig kostnad (mellantvätt + sluttvätt)			
Totalt 791 166 SEK			

När den årliga kostnaden studeras i tabell 3 kan det ses att den är betydligt högre för sluttvätten, med den enkla förklaringen att vattnet i sluttvätten byts mycket oftare än i mellantvätten. För vattenbyte av sluttvätten är den årliga kostnaden ungefär 650 000 SEK och för mellantvätten är den årliga kostnaden runt 140 000 SEK. Den årliga totala kostnaden för vattenbyte av de två tvättmaskinerna på DMAEB uppkommer till nästan 800 000 SEK. Det ska nämnas att den totala kostnaden varierar beroende på storlek på vatten-tanken och antalet vattenbyten per år. Minskar antalet vattenbyten per år blir kostnaden betydligt lägre, samma gäller för storleken på tanken, en större vattentank i tvättmaskinen genererar en större årlig kostnad. Däremot blir priset per kubikmeter dyrare beroende på storleken på tvättmaskinens vattentank, en mindre tank är mer kostsam per kubikmeter.

För att erhålla större förståelse för vilka delar av ett vattenbyte som utgör de största kostnaderna har två cirkeldiagram i figur 24 sammanställts. I figuren visas två cirkeldiagram över de största kostnaderna vid vattenbyte för mellantvätten och sluttvätten. Rengöringen som företaget ISAB står för är för båda tvättmaskinen den största kostnaden. För sluttvätten utgör rening 43 % av den totala årliga kostnaden för ett vattenbyte och för mellantvätten står reningen för 35 % av den totala kostnaden. Därefter är kostnaden för behandling av tvättvattnet både externt och internt relativt stora kostnader både för sluttvätten och mellantvätten. Den årliga kostnaden för tvättmedel är den kostnaden som skiljer tvättmaskinerna åt eftersom priset per liter för DST är betydligt högre jämfört med Henkel.



Figur 24: De största kostnaderna årligen för mellantvätten och sluttvätten på DMAEB.

Förutom att de frekventa vattenbytena i sluttvätten kostar DMAEB stora summor pengar årligen, genererar vattenbytena även stora mängder spillvatten årligen som måste hanteras, vilket figur 21 i avsnitt 6.2 visar. Det betyder att en minskning av antalet vattenbyten skulle innebära en reducering av avfallet från DMAEB. Vilket i sin tur medför bättre förutsättningar för att DM ska kunna nå sina avfallsmål, eftersom att de når målen genom att skicka avfallet till Scantias interna avfallshantering. När den totala mängden avfall minskar ökar chanserna att det ska finnas kapacitet att hantera en större andel avfall internt på Scania.

6.5 Val av åtgärdsförslag för reducering av spillvatten

Efter kartläggning av DM:s tvättmaskiner undersöktes olika metoder och tillvägagångssätt för att reducera mängden spillvatten som uppkommer från rengöringsprocessen. Utifrån den information som erhållits under kartläggningen valdes att undersöka följande två åtgärder som ansågs ha potential att minska mängden spillvatten från DM:s tvättmaskiner:

- Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna på DM.
- Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar.

Åtgärdsförslagen är formulerade för DM:s tvättmaskiner, men beräkningar och stora delar av kartläggningen baseras främst på DMAEB:s två tvättmaskiner. För att undersöka effekten av de valda åtgärderna har olika scenarier formulerats, där ekonomisk lönsamhet och reducerad mängd spillvatten är i fokus. En mer ingående beskrivning av de två lösningsförslagen erhålls i kapitel 10 och resultatet för åtgärderna finns representerade i avsnitt 12.2.

7 KARTLÄGGNING OCH NULÄGESBESKRIVNING FÖR HANTERING AV RESTEMULSION OCH SPILLVATTEN

Följande kapitel syftar till att redogöra nuläget vad gäller hanteringen av spillvatten och restemulsioner från DM. Informationen nedan har erhållits genom intervjuer, studiebesök och telefonmöten.

Motortillverkningen, DM finns i byggnaderna 001, 002, 003 samt byggnad 179/180 som är den nyaste delen av motortillverkningen vid namn Berget. På DM finns det totalt 12 produktionsavdelningar som producerar allt från cylinderblock till vevaxlar. Vid tillverkning av de olika motorkomponenterna bildas restprodukter i form av spillvatten och restemulsion som måste hanteras dagligen. Den mängden spillvatten och restemulsioner som uppkommer från produktionsavdelningarna varierar då tillverkningsprocessen för artiklar på DM skiljer sig åt.

DM har som mål att hantera allt spillvatten och restemulsioner internt på Scantias interna avfallshantering by 218. Från år 2017 har DM skickat en stor mängd spillvatten och restemulsion externt till företaget Stena Recycling istället för att behandla det internt i ultrafiltreringsanläggningen. Att skicka avfallet för extern hantering istället för att hantera det internt på Scania är mindre fördelaktigt för DM både ur en miljö- och ekonomisynpunkt. Det är därför av relevans för DM att förstå de bakomliggande orsakerna till varför mycket av avfallet idag hanteras externt och hur det ska åtgärdas för att DM ska nå de uppsatta avfallsmålen.

7.1 Transport och tömning

Södertälje Industriservice AB, ISAB, är ett företag som utför industriellt underhåll, både förebyggande och avhjälpande för större verksamheter (ISAB, 2020). Enligt Björn Säfström³⁶ står ISAB för tömning, rening och transport av avfallet, både de interna transporterna till by 218 samt de externa transporterna till Stena Recycling på Scania. Vid hantering av avfallet används stora tankbilar oberoende om avfallet ska hanteras externt eller internt. Tömningsprocessen är olika omfattande beroende på vad för slags system som ska tömmas, men generellt tar det en dag att tömma och fylla på de större systemen. Generellt sker det ingen kommunikation med by 218 innan avfallet skickas dit, eftersom det inte finns någon sådan överenskommelse, beskriver Säfström.

7.2 Produktionsavdelningar

Längs med samtliga produktionsavdelningar finns det enskilda emulsionssystem som är kopplade till en eller flera maskiner för att förse systemen med emulsion. Enligt Christian Selenius³⁷ som arbetar som tekniker på emulsionsgruppen finns det ungefär 25 st enskilda emulsionssystem på DM med varierande storlek, allt från 1,5 m³ till 18 m³. Det

³⁶Björn Säfström (2019-11-02). Telefonkontakt. Arbetar på företaget ISAB.

³⁷Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

är emulsionsgruppen som har ansvar för de centrala systemen och de som arbetar på produktionsavdelningarna har ansvar för de enskilda systemen.

När de enskilda systemen behöver tömmas är det avdelningarna själva som ska kontakta ISAB för att beställa tömning och transport till Scantias interna avfallshantering beskriver Selenius. Enligt Nenad Janjetovic³⁸ som arbetar på avfallsanläggningen by 218 beställs oftast en tömning av ISAB utan att de blir kontaktade, vilket många gånger leder till att de inte kan ta emot avfallet. Generellt är det dålig kommunikation mellan produktionsavdelningarna och avfallshanteringen, vilket orsakar att restprodukterna måste skickas för extern hantering. Rutinerna kring hanteringen av avfall och vetskapen om vilket ansvar varje produktionsavdelning har varierar mellan avdelningarna. Idag finns det inget schema över när ISAB ska komma och hämta spillvattnet på produktionsavdelningarna, utan det är upp till varje avdelning att kontakta ISAB för tömning, säger Janjetovic.

Vad gäller tömning av det centrala emulsionssystemen är det emulsionsgruppen som har ansvar för att hanteringen och tömningen av restemulsionen sker på ett korrekt sätt. Spomenko Kovacek³⁹ och Selenius som båda arbetar i emulsionsgruppen på DM beskriver att för de centrala emulsionssystemen byts en del av emulsionen ut en gång per år och ersätts med ren emulsion. Restemulsionen som pumpas ut från systemet skickas till Scantias interna ultrafiltreringsanläggning. Eftersom dessa tömningar sker mer sällan och emulsionsgruppen planerar i förväg när de ska tömmas finns det möjlighet att kontakta avfallshanteringen i god tid innan. Byte av hela systemen sker ungefär var åttonde år, men det varierar beroende på kvaliteten på emulsionen. Vid dessa tömningar är det för stora mängder restemulsion för att det ska vara möjligt för Scantias interna avfallshantering att ta emot, istället skickas avfallet direkt till Stena Recycling, beskriver Kovacek.

Rutinerna för byte av tvättvattnet hos tvättmaskinerna är liknande som för tömning av emulsionssystemen. Det är oftast den som arbetar under skiftet som ringer till ISAB och beställer en tömning, någon dag tidigare eller samma dag. Generellt kontaktar inte produktionsavdelningen avfallshanteringen by 218 innan de ringer ISAB, för att kontrollera att det finns kapacitet i filtreringsanläggningen beskriver Säfström⁴⁰.

7.3 Spillvattentankar

I vardera byggnad på DM finns det tankar positionerade under golvet med syfte att produktionsavdelningarna ska kunna lägga spillvatten och restemulsion som uppkommer under produktionen. Det är spillvatten som läcker ut från tvättmaskinerna, tvättvatten från rengöring av golv och maskiner samt tvättvatten från icke-fungerande oljeavskiljare. Totalt finns det fem spillvattentankar i byggnaderna, en i byggnad 001 på 16 m³, två i 002 på 12 m³ och en i 003 på 3 m³. När tankarna måste tömmas är det ISAB som utför arbetet för att sedan skicka avfallet för intern eller extern hantering.

Det finns ett varningslarm på alla tankarna som lyser rött när mängden avfall i tankarna

³⁸Nenad Janjetovic (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från avfallshanteringen by 218.

³⁹Spomenko Kovacek (2019). Intervju. Personal på emulsionsgruppen på DM.

⁴⁰Björn Säfström (2019-11-02). Telefonkontakt. Arbetar på företaget ISAB.

uppnår en specifik nivå. Då ska tömning och rengöring av tanken beställas snarast. Skulle ingen tömning utföras finns det ett akutlarm som sätts igång när nivån i tanken är så pass hög att det finns risk för översvämning. Det andra varningslarmet är endast utformat som ett extra säkerhetslarm och ska i synnerhet inte utlösas, men enligt Thomas Rönnsved⁴¹ som arbetar på Scantias underhållningsavdelning har det skett ett antal gånger, speciellt tanklarmet i byggnad 001. Enligt honom är det många produktionsavdelningar som bortser från det första larmet och istället väntar tills att det andra larmet går igång, vilket är helt fel.

Enligt Säfström⁴² töms en del av tankarna varje vecka, då det har varit problem med översvämning tidigare år. Mängden spillvatten och restemulsion varierar stort från varje vecka, det kan röra sig om mängder mellan 1 m³ och 15 m³. Vad gäller tömningen av tankarna ska ISAB endast hämta avfallet från en tank i taget och köra till Scantias interna avfallsanläggning, men många gånger tömmer ISAB flera tankar samtidigt. Säfström säger att det är bättre om de kan ta så mycket avfall som möjligt i en och samma tankbil för att minska antalet transporter.

7.4 Riktlinjer för avfallshantering på DM

Det finns dokument med riktlinjer på Scantias interna hemsida, där det står förklarat hur tömning och hantering av spillvatten och restemulsioner bör gå till. I dokumentet behandlas både rutiner för hur tömning på 218 ska gå till under och utöver arbetstid, vilket ansvar avsändaren av avfallet har samt transportörens ansvar. Trots att dessa riktlinjer finns idag är det många av dem som inte följs, det kan ses som en bidragande orsak till den hanteringsproblematik som råder för spillvatten och restemulsion på DM. En effekt av det blir att mycket av avfallet måste skickas för extern hantering (Scania, 2019f). Några av riktlinjerna som idag inte följs är:

- Tömning endast under öppettider måndag till fredag kl 06:30-15:30.
- Samordning och kontakt med personal på by 218 i god tid innan genomförande tömning.
- Avstämning med by 218 att det finns plats för den volym som behöver tömmas innan avfallet skickas.
- Korrekt ifyllda dokument samt korrekta uppgifter om typ av avfall och volym som behöver tömmas på by 218.

7.5 Avfallsanläggning by 218

För att erhålla en större förståelse gällande problematiken med hanteringen av spillvatten och restemulsioner har Nenad Janjetovic⁴³ på avfallshanteringen by 218 intervjuats. Följande avsnitt är baserat på deras syn på problemet med avfallshanteringen. Enligt dem har anläggningen kapacitet att ta emot den mängd spillvatten och restemulsioner som skickas från samtliga avdelningar i Södertälje idag, de har till och med resurser att klara

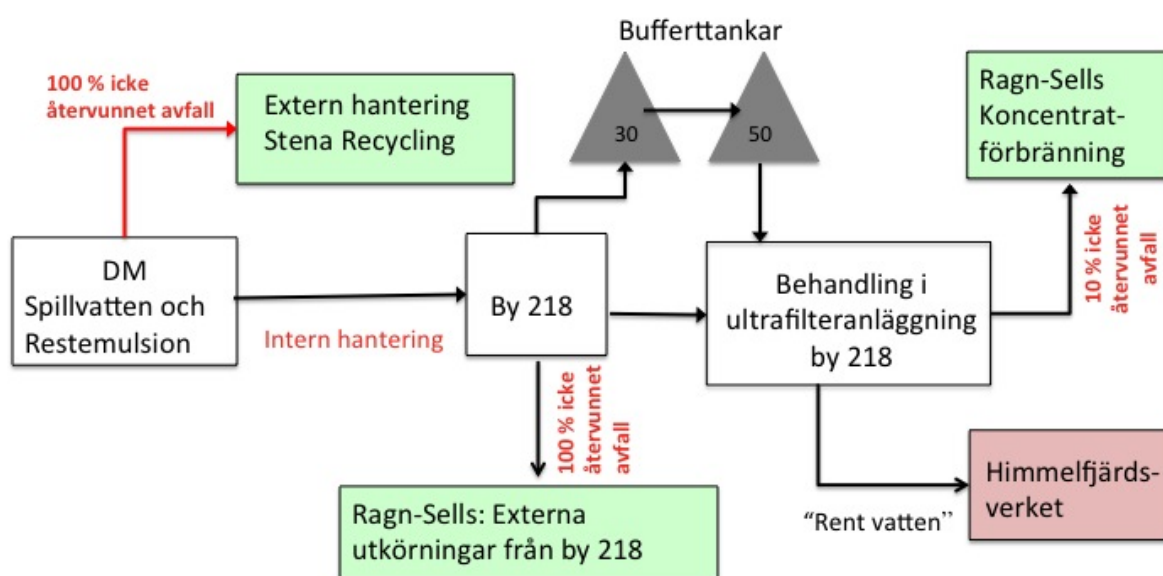
⁴¹Thomas Rönnsved (2019-10-05). Intervju. Arbetar på Scantias underhållsavdelning.

⁴²Björn Säfström (2019-11-02). Telefonkontakt. Arbetar på företaget ISAB.

⁴³Nenad Janjetovic (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från avfallshanteringen by 218.

av avfallshanteringen vid en ökning av produktionen. På avfallsanläggningen finns två bufferttankar med storleken 30 m³ och 50 m³ i syfte att förvara spillvatten och restemulsion under de perioder som det kommer in extra mycket avfall. Trots det visar statistiken att stora mängder av spillvatten och restemulsioner skickades för extern hantering under år 2017 och 2018.

Hanteringsprocessen av spillvattnet och restemulsioner kan ske på olika vis och figur 25 ger en överskådlig bild över de olika vägar som restprodukterna kan ta. När avfallet hanteras internt via filtreringsanläggningen räknar Scania med att endast 10 % går till icke återvunnet avfall jämfört med om avfallet skickas för extern hantering, då räknas det som att 100 % går till icke återvunnet avfall. Det finns olika anledningar till varför avfallsanläggningen ibland måste skicka iväg redan inkommet avfall, men i vissa fall rör det sig om en kommunikationsmiss mellan produktionsavdelningarna och by 218.



Figur 25: Flödet av spillvatten och restemulsion från DM som antingen behandlas internt på by 218 och då skickas 10 % till icke återvunnet avfall eller att avfallet hanteras externt och då går 100 % av restprodukterna till icke återvunnet avfall. Spillvattnet och restemulsion har sitt ursprung från, spillvattentankarna, tvättmaskiner och stora- och små emulsionssystem.

För att de ska vara möjligt för avfallshanteringen att ta emot samtliga avdelningars spillvatten och restemulsion måste det enligt dem ske en förändring i form av större förståelse för avfallet och större ansvar från de som skickar avfallet till by 218. De ser sex huvudorsaker till problemet: fel fraktion, fel mängd, ej föraviserat, toppar och dalar, spillvattentankar samt buffertkapacitet och filtreringsanläggning.

1. Fel fraktioner

Mycket av det avfall som avfallshantering får skickat till sig från DM och många andra enheter på Scania innehåller fel fraktioner. Det gäller både det som skickas

från respektive produktionsavdelning samt det som kommer från respektive tank i DM:s byggnader. När avfall skickas till avfallshanteringen med andra fraktioner än vad som står dokumenterat på emballagets transportdokument är det stor risk för att filtreringsanläggningen tar skada då det endast ska filtreras restemulsion och spillvatten i anläggningen. Om andra fraktioner pumpas in i maskinen som den inte är avsedd för, finns det stor risk för att maskinen arbetar sämre. I värsta fall måste filtreringsanläggningen stängas av för att restaureras, vilket har skett ett antal gånger på grund av att fel fraktioner har pumpats in i maskinen. När filtreringsanläggningen står stilla förvaras så mycket som möjligt av avfallet i avfallshanteringens buffert-tankar. Resterande mängd spillvatten och restemulsion från DM och från samtliga enheter på Scania som inte får plats i de stationära bufferttankarna måste skickas för extern hantering.

2. Fel mängder

Många gånger skickas större mängder än vad som står dokumenterat på transportdokumentet eller vad som har aviserats i förväg till ansvariga på avfallshanteringen. Det genererar i längden problem med hanteringen av spillvatten och restemulsion på filtreringsanläggningen. När en produktionsenhet skickar en tank som enligt transportdokumentet innehåller exempelvis 10 m³, men i verkligheten innehåller 18 m³ måste de som arbetar på avfallsanläggningen försöka göra plats för den extra mängd spillvatten som inte var beräknad. Att enstaka tankar innehåller fel mängd kan oftast räddas upp med hjälp av de stationära bufferttankarna. Problemet idag är att det skickas alldeles för många emballage med fel mängd för att avfallsanläggningen ska ha möjlighet att ta emot det. Det resulterar i att mycket obehandlat spillvatten och restemulsioner måste hanteras externt. Tömning av spillvattentankarna och tvättmaskiner är många gånger ett stort problem för avfallsanläggningen. Det beror på att dessa tankar innehåller stora mängder spillvatten. Enligt de ansvariga på avfallsanläggningen är inte många införstådda med att när spillvattentankarna eller tvättmaskinerna ska tömmas tillkommer några extra kubikmeter vatten för att skölja ur tankarna.

3. Ej föraviserat

Bristfällande kommunikation mellan avfallshanteringen och samtliga avdelningar på Scania är ett problem som orsakar att mycket spillvatten och restemulsion måste skickas för extern hantering. Det är sällan att de ansvariga på avfallshanteringen får föraviserat från produktionsavdelningarna att det kommer ske en tömning av spillvatten och restemulsion. Många gånger kommer det tankbilar till anläggningen utan att by 218 har blivit informerade, till och med under tider som avfallsanläggningen är stängd. Vid stora tömningar som 10 till 20 m³ behöver det veta i god tid innan, gärna minst en eller två veckor innan för att kunna förbereda och göra plats. Mindre fraktioner av spillvatten och restemulsioner ska föraviserats 2-3 dagar innan tömning. Samtliga på avfallsanläggningen poängterar att det är mycket viktigt med en god kommunikation och ett förebyggande arbete för att det ska vara möjligt för dem att ta hand om allt avfall.

4. Toppar och dalar

Under vissa perioder under året är arbetet med att ta hand om allt avfall mer begränsat och pressat än andra. De mest kritiska perioderna är vid jul, påsk och sommar och det är då alla avdelningar behöver bli av med sitt avfall samtidigt. Filtreringsanläggningen tillsammans med bufferttankarna klarar då oftast inte av den höga belastningen, vilket resulterar i att stora mängder måste skickas för extern hantering istället. Det kan ses för både år 2017 och 2018 att de flesta stora externa utkörningarna från DM till Stena Recycling är kopplade till dessa specifika tidsperioder. För avfallshanteringen är det svårt att hantera nuvarande toppar och dalar, med vissa månader där filteringsanläggningen nästan går på tomgång och andra månader där det inte ens finns plats i bufferttankarna.

5. Spillvattentankar

De spillvattentankar som finns utplacerade på de olika avdelningarna på DM skapar problem för hanteringen av spillvattnet på by 218. Enligt de ansvariga är tömningarna av tankarna oftast inte aviserade i förväg och det är i många fall en större mängd spillvatten i tankarna är vad som står redovisat i transportdokumentet. Det resulterar i att mycket av spillvattnet från tankarna skickas för extern hantering.

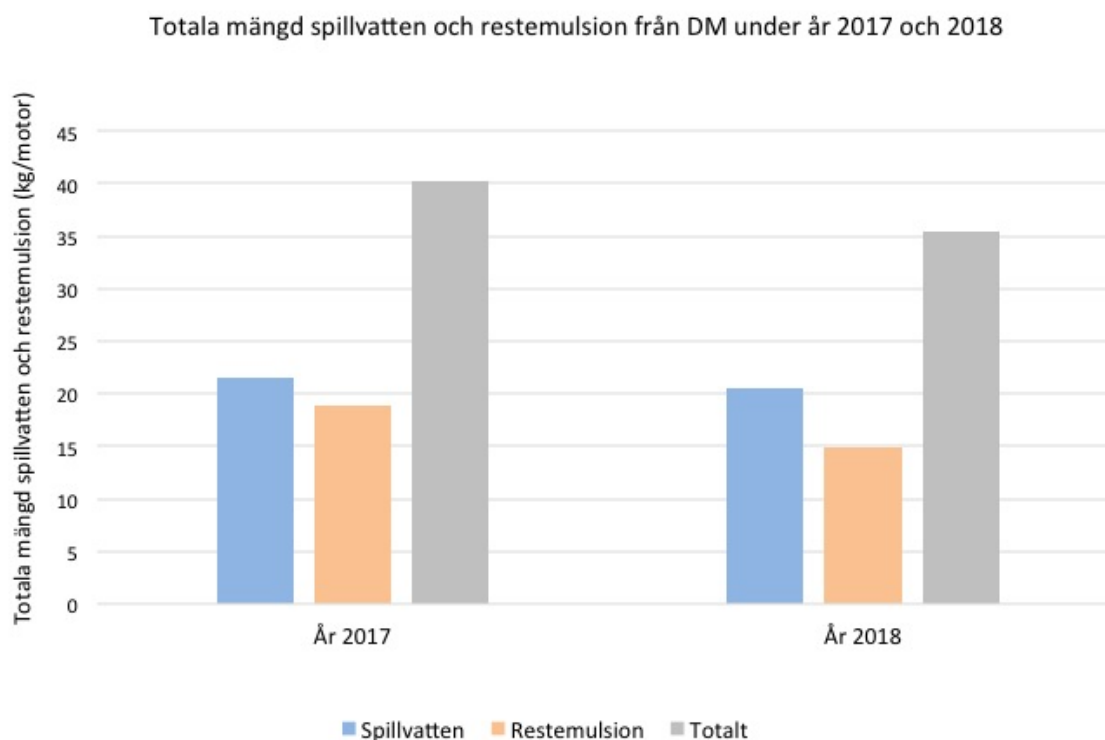
6. Buffertkapacitet och filtreringsanläggning

För liten buffertkapacitet och en filtreringsanläggning som inte fungerar som den ska är två bidragande orsaker till varför avfall måste skickas för extern hantering. De två bufferttankar som finns idag på Scania's avfallsanläggning lyckas inte hantera den mängd som skickas till dem och det råder därav delad mening om Scania borde investera i större bufferttankar. Filtreringsanläggningen är gammal och är därav känslig för förändring och störningar såsom att det kommer in fel fraktioner i maskinen. På grund av att maskinen är gammal arbetar den långsamt med att behandla avfallet och under en del perioder har den varit stillastående på grund av reparationer. Det har orsakat att avfall har behövt skickas för extern hantering.

7.6 Sammanställning av statistik

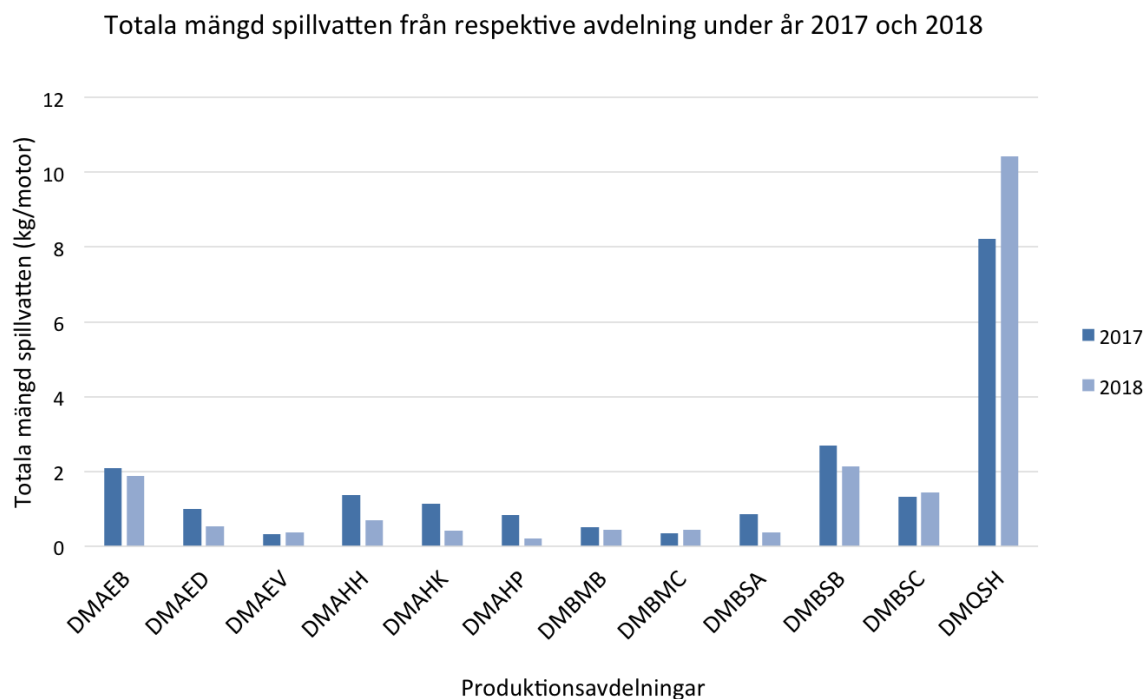
För att erhålla en större förståelse gällande avfallshanteringen på DM sammanställdes statistiken över den mängd spillvatten och emulsion som producerades under åren 2017 och 2018. De två åren skiljer sig åt, både i form av händelser och mängden avfall som producerades samt skickades för extern hantering till Stena Recycling. En jämförelse mellan åren ger en representativ bild över nuläget, men också en indikation om hur det kan komma att se ut i framtiden.

Den totala mängd spillvatten och restemulsion som producerades från samtliga avdelningar på DM under 2017 och 2018 visas i figur 26. För båda åren utgör spillvatten den största mängden av de två avfallstyperna, då räknat i kilogram per producerad motor för att kunna jämföra åren sinsemellan. Mängden spillvatten som bildades under de två åren är ungefär densamma, runt 20 kilogram per motor. Vad gäller restemulsion är det större skillnad mellan åren, under 2017 bildades ungefär 19 kilogram per motor medan under 2018 uppkom mängden till 15 kilogram per motor. Det betyder att 2017 var det år som DM genererar den största totala mängden avfall, ungefär 40 kilogram per motor jämfört med 35 kilogram per motor för 2018.



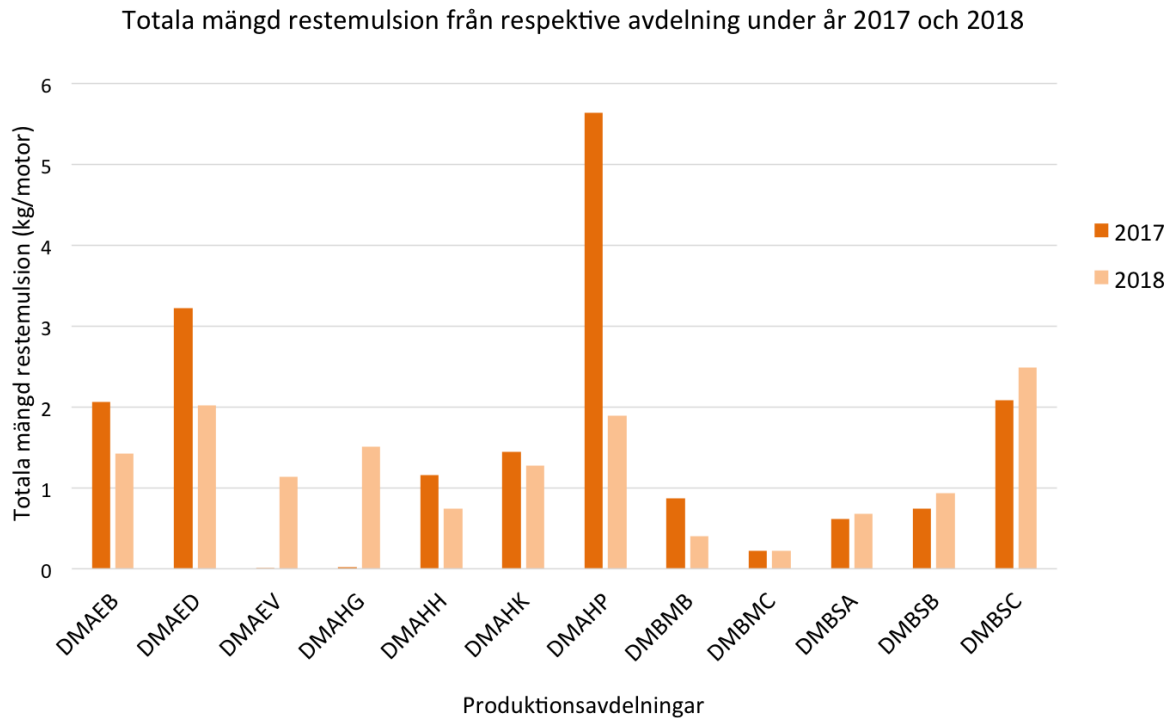
Figur 26: Total mängd spillvatten och restemulsion i kilogram per tillverkad motor som producerades från DM under år 2017 och 2018. Staplarna på x-axeln representerar totala mängden spillvatten, totala mängd restemulsion samt den sammansatta mängden av de två restprodukterna som bildades under år 2017 och 2018. Y-axeln visar mängden restprodukter i kilogram per tillverkad motor.

Mängden spillvatten och restemulsion som vardera avdelning har producerat under de två åren har sammanställts för att identifiera vilken avdelning som står för den största mängden. Figur 27 representerar den totala mängd spillvatten från respektive avdelning under åren 2017 och 2018. Det finns fler avdelningar på DM än vad som visas i figur 27, men endast de som står för en betydande mängd spillvatten har valt att tas med. Det kan tydligt ses i figur 27 att spillvattentankarna utgör den största mängden av allt spillvatten från DM under båda åren. Under 2018 uppgick mängden spillvatten från DMQSH till ungefär 10 kilogram per motor som motsvarar ungefär 54 % av den totala mängden spillvattnet från DM. I statistiken redovisas denna mängd som enbart spillvatten, vilket blir missvisande då spillvattentankarna innehåller både restemulsion och spillvatten. De två produktionsavdelningar som skickade mest spillvatten under både 2017 och 2018 var DMAEB och DMBSB med mängder mellan 2-3 kilogram per motor.



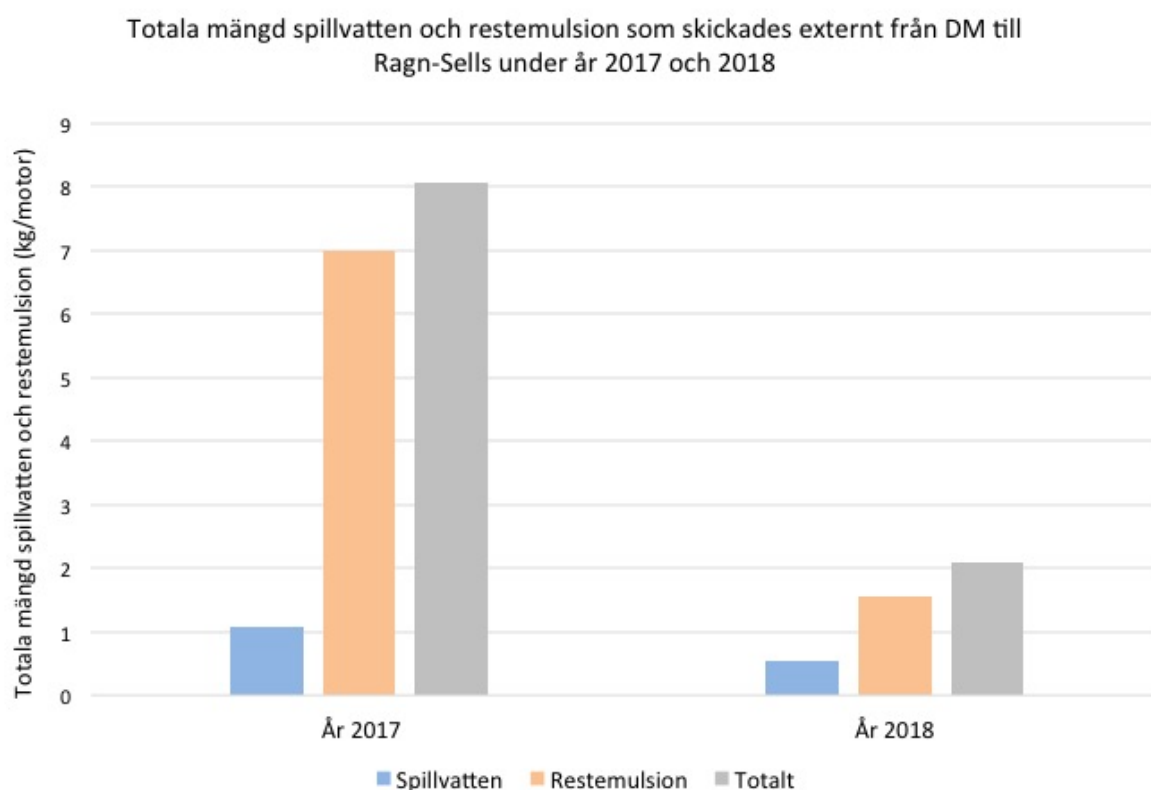
Figur 27: Total mängd spillvatten från respektive produktionsavdelning under år 2017 och 2018. På x-axeln visas de produktionsavdelningar med störst mängd spillvatten på DM under de två åren. Y-axeln representerar mängden spillvatten i kilogram per tillverkad motor.

Vad gäller kilogram per motor restemulsion från vardera avdelning kan det ses i figur 28 att under år 2017 stod emulsionsgruppen (DMAHP) för en betydande andel av den totala mängd restemulsion, nästan 7 kilogram per motor. En av anledningarna var att de stora emulsionssystemen tömdes helt för att fyllas på med ny emulsion, vilket bokfördes under DMAHP. Även en del produktionsavdelningar som DMAEB, DMAED och DMAHH stod för en större mängd av den totala restemulsionen under år 2017. Under år 2018 skedde inga fullständiga tömningar av de stora emulsionssystemen. Det är anledningen till varför produktionsavdelningar som DMAEV och DMAHG knappt har någon restemulsion under 2017 jämfört med under 2018. Det är även en jämnare fördelning av emulsionen under år 2018, det är med anledning av att alla stora emulsionssystem slutade bokföras under DMAHP och istället bokfördes på vardera avdelning som använde emulsionen.



Figur 28: Total mängd restemulsion från respektive produktionsavdelning under år 2017 och 2018. På x-axeln visas de produktionsavdelningar med störst mängd restemulsion på DM under de två åren. Y-axeln representerar mängden restemulsion i kilo per tillverkad motor.

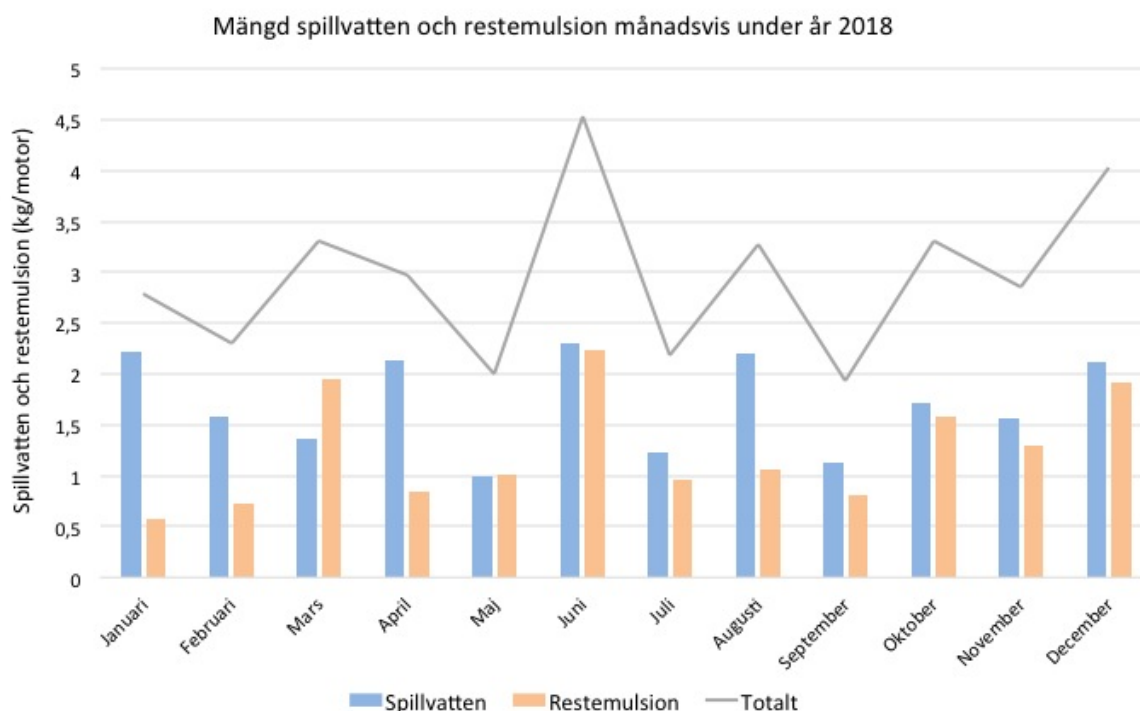
Under år 2017 och 2018 utfördes 31 st respektive 14 st externa utkörningar med spillvatten och restemulsioner från DM till Stena Recycling. År 2017 var ett betydligt sämre år vad gäller antalet externa hanteringar av både spillvatten och emulsion som redovisas i figur 29. Den totala mängd som skickades från DM till Stena Recycling var 8 kilogram per motor jämförelse med år 2018 då det skickades 2 kilogram per motor för extern hantering. Skillnaden mellan mängden spillvatten som skickades för extern hantering mellan de två åren var inte lika stor som för restemulsion. Det var ungefär dubbelt så mycket kilogram spillvatten per motor under år 2017, medan för restemulsion var det mer än fyra gånger så mycket som skickades externt under år 2017 jämfört med år 2018. Att de två åren avviker från varandra är tydligt i figur 29, vilket även illustrerar att det är dumpning av restemulsion som står för mer än 85 % av den totala avfallsmängden som skickades externt under 2017.



Figur 29: Total mängd spillvatten och restemulsion som skickades för extern hantering från DM år 2017 och 2018. X-axeln representerar totala mängden spillvatten, totala mängden restemulsion samt den sammansatta mängden för de två restprodukterna år 2017 och 2018. Y-axeln visar mängden spillvatten och restemulsion i kilogram per tillverkad motor.

I avsnitt 7.4 har det diskuterats om toppar och dalar för hanteringen av spillvatten och restemulsion. Med det menas att under specifika perioder under året är det en större mängd restprodukter som behöver hanteras eftersom många produktionsavdelningar behöver bli av med avfallet samtidigt. Under dessa perioder är det många gånger svårt för avfallshanteringen att ha kapacitet för allt samtidigt, vilket medför att det sker extra många externa utkörningar under dessa perioder.

För att illustrera toppar och dalarna har den totala mängden spillvatten och restemulsion månadsvis för år 2018 sammanställts i figur 30. Som figuren presenterar sker många tömningar av restprodukter från DM under mars och april, därefter under juni som är den största toppen under året och den inträffar inför stängning av produktionen för sommaren. I december inför juledighet ökar också andelen restprodukter från samtliga produktionsavdelningar vilket medför allt större svårigheter för avfallshanteringen att hantera allt samtidigt.



Figur 30: Total mängd spillvatten och restemulsion från DM månadsvis under år 2018. På x-axeln visas mängden spillvatten i blåa staplar, mängden restemulsion i beiga staplar samt den sammansatta mängden av de två restprodukterna som en grå linje för respektive månad. Y-axeln representerar mängden restprodukter för varje månad i kilogram per tillverkad motor.

7.6.1 Året 2017

Det är svårt att identifiera en specifik händelse eller anledning till varför 2017 var ett sämre år vad gäller hanteringen av spillvatten och restemulsioner från DM, men efter intervju med ansvariga på avfallshanteringen kan ett flertal orsaker påvisas som ses i listan nedan.

- Större mängder avfall från DM och från resterande enheter i Södertälje.
- Tömning av de stora emulsionssystemen.
- Tekniskt fel och stillastående av filtreringsanläggning.

Först och främst ska det nämnas att avfallshanteringen tar emot avfall från alla enheter på Scania i Södertälje. Trots att DM är den enhet som producerar mest restprodukter årligen och därmed skickar mest avfall till avfallsanläggningen är kapaciteten för filtreringsanläggningen på by 218 beroende av hur mycket och under vilka perioder resterande avdelningar skickar.

Under 2017 tömdes många av de stora emulsionssystemen på DM för att fylla på med ren emulsion. När det sker ett byte av hela emulsionssystemet vilket sker var åttonde år kan det innebära tömningar med volymer större än 100 m³. Exempelvis var en extern

utkörning av restemulsion under 2017 på 130 m³, det är en mängd som är omöjlig för avfallshanteringen att hantera i filtreringsanläggningen. Däremot när endast en del av de stora emulsionssystemen ska bytas ut är det enligt ansvariga på avfallshanteringen inte ett problem då de blir informerade i god tid innan, enligt Janjetovic⁴⁴.

Bortsett från stora mängder avfall var filteranläggningen där spillvatten och restemulsioner behandlas nedlagd ett antal gånger under 2017. Enligt ansvariga på avfallshanteringen är filtreringsanläggningen gammal, vilket bidrar till att den är mer känslig för fel fraktioner och stora mängder avfall som ska filtreras samtidigt. Det inträffade ett flertal gånger att filtreringsanläggningen var ur funktion under 2017, vilket var en bidragande orsak till varför avfallet hanterades externt, beskriver Janjetovic.

7.7 Val av åtgärdsförslag för hantering av spillvatten och restemulsion

Efter kartläggningen för hanteringen av spillvatten och restemulsion på DM undersöktes olika metoder och tillvägagångssätt som ansågs ha potential att förbättra den rådande hanteringsproblematiken. Utifrån den information som erhållits under kartläggningen valdes att undersöka två åtgärder som ansågs ha potential att förbättra hanteringen för spillvatten och restemulsion på DM. Dessa var:

- Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt.
- Investering i buffertanläggning för DM:s spillvatten och restemulsion.

För att undersöka effekten av de valda åtgärderna har olika fall och antaganden formulerats för respektive lösningsförslag, där avfallsstatistik från år 2017 och 2018 har använts för att kunna visa på skillnader mellan de två åren. En mer ingående beskrivning av de två lösningsförslagen erhålls i kapitel 11 och resultatet för åtgärderna finns representerade i avsnitt 12.3.

⁴⁴Nenad Janjetovic (2019). Intervju. Personlig kontakt med personal från avfallshanteringen by 218.

8 FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER FÖR REDUCERING SAMT HANTERING AV SLIPMULL

I detta avsnitt introduceras den föreslagna åtgärden vad gäller reduceringen samt hanteringen av slipmullen. I avsnittet presenteras även samtliga parametrar som utgör grunden för dimensioneringen av det föreslagna systemet. Avslutningsvis illustreras det föreslagna systemet för just vevaxelavdelningen. Bakgrundsinformation och kunskap om den presenterade åtgärden har erhållits genom inventering, intervjuer och studiebesök.

8.1 Brikettering och återförande av emulsion

En teknik som har potentialen att reducera mängden och underlätta hanteringen av slipmull från industrier är brikettering. Brikettering av slipmull sker med hjälp av en så kallad brikettpress, där slipmull från emulsionssystem samlas och pressas i mindre mängder till cylinderformade briketter (Nakamura m. fl., 2001). Generellt inleds briketteringsprocessen med att en matningsträtt, som är kopplad till emulsionssystemet, fylls med slipmull. När matningsträtten har fyllts förs slipmullen vidare till brikettpressen i bestämda doser med hjälp av en transportör. Brikettpressen arbetar i cykler och varje cykel inleds med att en bestämd mängd slipmull matas till pressen. Sedan pressas slipmullen, med ett tryck som motsvarar ungefär 1000 bar, och formas till en brikett. När briketten har bildats avslutas cykeln och en ny cykel inleds. Cykeltiden varierar för olika brikettpressar, vilket beror på olika parametrar. En av parametrarna är presstiden som i sin tur beror på fukthalten i slipmullen som kommer ut från emulsionssystemet. En annan parameter som avgör cykeltiden är brikettpressens kapacitet, som dimensioneras med avseende på mängden slipmull som slipningen resulterar i. Eftersom cykeltiden påverkar vilken kvalitet, i form av hållfasthet, som briketterna får, brukar cykeltiden kalkyleras på ett noggrant sätt (RUF, 2014).

Som det nämns tidigare, består slipmull till stor del av restemulsion, vilket medför en hög fukthalt i restprodukten. I samband med att slipmullen utsätts för en stor tryckkraft i brikettpressen frigörs det mesta av restemulsionen som den binder. Detta är varför både vikten och volymen av slipmull minskar markant efter brikettering (Nakamura m. fl., 2001). Med avseende på den höga kostnaden för ny emulsion är det fördelaktigt att återvinna emulsionen som frigörs vid brikettering av slipmull. Hur återvinningen av emulsionen sker varierar med avseende på hur briketteringssystemet är konstruerat. Lättast sker återvinningen genom att återföra emulsionen tillbaka till emulsionssystemet, där den åter får cirkulera och utnyttjas vid bearbetningsprocesserna (RUF, 2017). Återförandet av emulsionen får dock inte ske direkt efter briketteringen. Enligt Christian Selenius⁴⁵, uppfyller inte renheten i den återvunna emulsionen kraven för den emulsion som tillförs bearbetningsprocesserna. Därmed kan tillförsel av emulsion med försämrad renhet vid metallbearbetningen öka risken för produktion av bristfälliga artiklar.

För att undvika det ovannämnda problemet är det nödvändigt att den återvunna emulsio-

⁴⁵Christian Selenius (2019). Intervju. Tekniker på emulsionsgruppen på DM.

nen genomgår någon form av filtrering innan den återanvänds. Enligt Patrick Hörmann⁴⁶, sker filtreringen av emulsionen mest konventionellt genom införande av en filtrerande komponent i direkt anslutning till brikettpressen. Då arbetar den filtrerande enheten synkroniserat med brikettpressen och tar emot den frigjorda emulsionen direkt efter briketteringen. Efter filtreringen bortförs emulsionen till en ren emulsionstank, där den åter kan förbrukas som ny emulsion. Ett annat sätt att rengöra den återvunna emulsionen är att utnyttja vätskefiltret i emulsionssystemet. I detta fall leds emulsionen tillbaka till emulsionssystemet direkt efter briketteringen, där den får filtreras och förbrukas på nytt (Nakamura m. fl., 2001). För att kunna applicera denna filtreringsmetod krävs det, enligt Hörmann, att emulsionssystemet har en tillräcklig filtreringskapacitet, samt att någon form av signalutbyte mellan briketteringssystemet och emulsionssystemet måste införas.

Under optimala förhållanden där brikettering och filtrering sker på ett effektivt sätt finns det en potential att återvinna cirka 95 % av emulsionen som annars skulle deponeras tillsammans med slipmullen. I samband med att emulsionen lämnar slipmullen vid pressningen, komprimeras slipmullen till cylindriska briketter med en densitet som är jämförbar med solida material (RUF, 2019). Enligt Hörmann, kvarstår en liten andel emulsion i briketterna även efter pressning, vilket är varför briketternas densitet alltid är något lägre än den för solida material. Figur 31 visar en bild på briketterad slipmull.



Figur 31: Pressad slipmull i form av cylinderformade briketter. *Källa:*Mercatus.se.

Dimensionerna för briketterna kan variera beroende på hur brikettpressen dimensioneras,

⁴⁶Patrick Hörmann (2019). Intervju. Personlig kontakt med teknisk säljare från Mercatus AB.

men i regel får briketten en volym som är betydligt mindre än volymen som den motsvarande mängden slipmull har innan den pressas. Då briketterna består till mestadels av sliprester, som utgörs huvudsakligen av metall, sker hanteringen av dessa på ett annorlunda sätt jämfört med obearbetad slipmull, som oftast deponeras. Efter att briketter har bildats kan dessa transporteras till gjuterier där de smälts med syftet att återvinna metallen som briketterna innehåller. Denna form av återvinning har tillämpats av några industrier redan, och har resulterat i god lönsamhet. Exempelvis har SKF, en industri där rullager tillverkas, lyckats återvinna ungefär 95% av metallen som avlägsnas vid bearbetningen av artiklarna (SKF, 2017). Genom brikettering har SKF dels lyckats minska sin belastning på miljön och dels ökat företagets lönsamhet genom bättre resurshantering. En annan verksamhet där brikettering tillämpas är Munkfors sågar AB, som också är nöjda med effekten av denna teknik (Henrysson, 2017).

Baserat på vad andra industrier, som SKF och Munkfors sågar AB, har lyckats åstadkomma genom brikettering av slipmull, anses denna teknik vara intressant att undersöka vidare. Detta med syftet att kunna uppskatta dess potential gällande reduceringen och hanteringen av slipmullen som bildas på Scania's motortillverkning, och mer specifikt vevaxelavdelningen. Då brikettering och återförande av emulsion är en lösning som kräver ett tekniskt system med flera komponenter, kommer arbetet med slipmullen i fortsättningen att fokuseras enbart på undersökningen av denna teknik. Detta val görs även med hänsyn till arbetets tidsram och teknikens komplexitet i form av konstruktion och applicering på den valda produktionsavdelningen.

För att skapa en större förståelse för hur briketteringstekniken appliceras och fungerar i praktiken har ett referensbesök samt en telefonintervju utförts. Under referensbesöket observerades briketteringssystemet på egen hand, i sällskap av en ledsagare. Telefonintervjun baserades på i förhand förberedda frågor. Resultatet som erhöles från referenserna presenteras i kommande avsnitt.

8.1.1 Scania's transmissionstillverkning, DX

På Scania's transmissionstillverkning, DX, tillämpas slipning som bearbetningsmetod och av denna anledning bildas relativt stor mängd slipmull även där. För att reducera mängden slipmull har en briketteringsanläggning installerats, och effekten av den har varit god enligt avfallsstatistiken för avdelningen. Av denna anledning och eftersom transmissions-tillverkningen är nära placerad avdelningen för motortillverkningen, i Södertälje, var det möjligt att utföra ett referensbesök dit. Referensbesöket utfördes i sällskap av två ledsagare, Carolina Josefsson⁴⁷ och Patrik Norberg⁴⁸, som bidrog med följande information.

Briketteringsanläggningen installerades på DX år 2011, tillsammans med ett nytt emulsionssystem som i dagsläget ansluter fem produktionsavdelningar. Detta innebär att flöden av slipmull och emulsion från fem produktionsavdelningar cirkulerar och filtreras via detta system, som därmed klassas som ett centralt system. Innan detta system installerades

⁴⁷Carolina Josefsson (2019). Referensbesök. SHE-ingenjör på transmissionsavdelningen på Scania. Ledsagare under referensbesöket.

⁴⁸Patrik Norberg (2019). Referensbesök. Produktionstekniker på transmissionsavdelningen på Scania. Ledsagare under referensbesöket.

hade varje produktionsavdelningar ett enskilt emulsionssystem, där slipmullen samlades i behållare tillsammans med emulsionen och deponerades som miljöfarligt avfall. Genom det nya centrala systemet, med fem inbyggda vakuumfilter, uppnås idag en lägre fukthalt i slipmullen. Detta innebär också att det mesta av emulsionen som är bunden till slipmullen separeras redan i de inbyggda filtren och återförs till rena emulsionstanken. Efter installationen av det nya systemet har konsumtionen av ny emulsion minskat till 1000 kg per år, vilket enligt Patrik Norberg⁴⁹ tyder på en fungerande filtrering i emulsionssystemet. En viktig aspekt i byggnationen av det nya systemet är att samma typ av emulsion används i samtliga produktionsavdelningar som det nya systemet ansluter. Därför har det varit möjligt att koppla dessa produktionsavdelningar till samma emulsionssystem. Anslutningen av fem produktionsavdelningar utgör dock en risk med avseende på produktionen. Ifall något problem inträffar i emulsionssystemet måste alla anslutna produktionsavdelningar stoppas, vilket kan skada produktionen avsevärt. För att minimera denna risk utförs dagliga kontroller av systemet, berättar Norberg.

Efter att slipmullen har filtrerats i emulsionssystemet matas den kontinuerligt till brikettpressen. Då pressen har volymen 2,7 m³, vilket gör den liten i jämförelse med övriga komponenter, är den direkt ansluten till emulsionssystemet. Brikettpressen är dimensionerad för att kunna bearbeta slipmull från fem produktionsavdelningar, som är anslutna till emulsionssystemet. Brikettpressens presskapacitet motsvarar 90-110 kg slipmull per timme, vilket vanligtvis resulterar i ungefär 120 briketter per timme. Briketterna som bildas på DX har dimensionerna 60 mm i diameter och 40-80 mm i längd (Mercatus, 2011a). I jämförelse med volymen som slipmullen har innan pressningen, innebär briketteringen en markant volymminskning då briketterna är väldigt små. I samband med pressningen frigörs ytterligare en del emulsionsvätska, som rinner ner i ett uppsamlingskärl placerad under brikettpressen. Från uppsamlingskärlet pumpas emulsionen tillbaka till emulsionssystemet för att filtreras och återföras till produktionsavdelningarna.

Vid analys av avfallsstatistiken från transmissionstillverkningen före och efter installationen av briketteringssystemet visade det sig att mängden slipmull som deponeras från avdelningen har minskat med 90 %. Varför inte all slipmull har omvandlats till briketter beror på att slipmull bildas även vid andra produktionsavdelningar inom avdelningen, som inte omfattas av briketteringssystemet. Förutom kapaciteten av systemet utgör även den geografiska aspekten ett hinder för anslutning av flera produktionsavdelningar. Trots detta anser personalen på DX att effekten av briketteringen är god, med avseende på den procentuella minskningen. Förutom reduceringen av slipmullen, har även mängden emulsion som deponeras minskat och istället återförs det mesta av emulsionen tillbaka till systemet, enligt Norberg. Ytterligare en fördel med briketteringssystemet är att den skapar en renare arbetsmiljö, då inget slipmull lämnar systemet och ut matas endast briketter som bevaras under en kort tid innan de hanteras, berättar Josefsson⁵⁰. I dagsläget hanteras briketterna från transmissionstillverkningen genom deponering, och klassas därmed som obearbetad slipmull. Anledningen till varför briketterna deponeras är att man inte har

⁴⁹Patrik Norberg (2019). Referensbesök. Produktionstekniker på transmissionsavdelningen på Scania. Ledsagare under referensbesöket.

⁵⁰Carolina Josefsson (2019). Referensbesök. SHE-ingenjör på transmissionsavdelningen på Scania. Ledsagare under referensbesöket.

lyckats skapa ett eget flöde för briketterna på anläggningen. Därför lagras briketterna tillsammans med annat avfall för att senare skickas på deponi. Detta problem har dock uppmärksamats och är under utredning. Målet för transmissionstillverkningen är att briketterna säljs till externa verksamheter som kan återvinna metallen i dessa, och på det viset eliminera deponeringskostnaden. Detta är något som transmissionstillverkningen har lyckats med förut, uppger Josefsson⁵¹.

8.1.2 Munkforssågar AB

En annan verksamhet som tillämpar brikettering och återförande av emulsion är Munkforssågar AB, och för att undersöka briketteringssystemet där utfördes en telefonintervju med Anders Ekström⁵². Anders är insatt inom briketteringen på anläggningen och bidrog med följande information.

Munkforssågar AB har infört brikettering på sin anläggning sen år 2001. Då företaget har flera slipningsprocesser inom produktionen bildas en del slipmull, som Munkforssågar briketterar. I dagsläget har företaget tre briketteringssystem, som är i drift, och ett reservsystem som används vid underhåll av de andra systemen. Varje brikettpress är ansluten till ett enskilt emulsionssystem, som i sin tur ansluter flera slipmaskiner. Varför systemet ser ut på detta sätt beror på att slipningsprocesserna förekommer inom olika delar av produktionskedjan, vilket innebär att slipmaskinerna är kopplade till olika emulsionssystem. Ytterligare en anledning till systemets utformning är att olika typer av emulsion används i respektive emulsionssystem, och eftersom dessa vätskor inte får blandas med varandra måste varje emulsionssystem opereras enskilt.

Munkforssågar AB har nyligen investerat i ett nytt briketteringssystem, då man valde att ersätta ett gammalt emulsionssystem mot ett nytt, som opererar enligt vakuumfiltreringsprincipen. Det nya emulsionssystemet är direkt anslutet till brikettpressen, och resulterar idag i lägre fukthalt i slipmullen. Det nya briketteringssystemet kan liknas vid det som finns på Scania's transmissionstillverkning, och gemensamt för dessa system är att båda är installerade av företaget Mercatus AB. Då varje briketteringssystem ansluter flera slipmaskiner på Munkforssågar, finns det hög risk för stopp i produktionen ifall ett fel inträffar i briketteringssystemet. För att minimera den risken har Munkforssågar rustat sina briketteringssystem med dubbla upplagor av samtliga komponenter, förutom brikettpressen och styrsystemet.

Idag reducerar Munkforssågar sitt slipmullavfall med 100 %, tack vare brikettering och återförande av emulsion. En betydande faktor till hur den maximala reduktionen har uppnåtts är att brikettpressarna även kan matas med slipmull på ett manuellt sätt. Detta innebär att även slipmullen som bildas vid andra emulsionssystem som inte är kopplade till brikettpressar kan återvinnas. Enligt Ekström, består briketterna som bildas på Munkforssågar av cirka 96 % metall och 4 % andra slipfraktioner, som emulsion till exempel. Den höga metallhalten gör slipmullbriketterna attraktiva för andra aktörer, som idag köper

⁵¹Carolina Josefsson (2019). Referensbesök. SHE-ingenjör på transmissionsavdelningen på Scania. Ledsagare under referensbesöket.

⁵²Anders Ekström (2019). Telefonintervju. Anders är verksam inom teknik och utveckling på Munkforssågar AB.

briketterna med syftet att återvinna metallen i dessa. På detta sätt har Munkforsågar lyckats reducera sitt slipmullavfall helt, och istället gör en vinst genom försäljning av briketterna. Dessutom återvinns det mesta av emulsionen som slipmullen binder i samband med briketteringen.

8.2 Applicering av brikettering och återförande av emulsion på vevaxelavdelningen

Då brikettering och återförande av emulsion har visat sig vara en optimal lösning för reduceringen och hanteringen av slipmullen som bildas på andra verksamheter, anses denna teknik vara intressant att undersöka tillämpningen av på vevaxelavdelningen på DM. Ytterligare en anledning till varför just denna lösning väljs som åtgärd för vevaxelavdelningen är dess potential att minska emulsionsförlusterna. Detta är en väsentlig aspekt eftersom filtreringen inte sker som den är tänkt på det centrala emulsionssystemet på vevaxelavdelningen.

Brikettering och återförande av emulsion är dock en lösning som inte levereras som en enskild komponent, utan kräver ett system med flera komponenter. Enligt Hörmann⁵³, varierar briketteringssystemets storlek och omfattning beroende på det befintliga emulsionssystemet som ansluts. Tillsammans med emulsionssystemet skapar briketteringssystemet ett slutet system, och måste därför dimensioneras på ett korrekt sätt för att uppfylla dess funktion. Dimensioneringen av briketteringssystemet inkluderar flera tekniska aspekter, som därmed är väsentliga att undersöka på ett noggrant sätt just för vevaxelavdelningen. Baserat på dimensioneringen av briketteringssystemet kan en korrekt bedömning av åtgärdens tekniska applicerbarhet utföras. De aspekterna som bör inkluderas och analyseras i dimensioneringen av briketteringssystemet är mängden slipmull som kommer bildas på vevaxelavdelningen, fukthalten i slipmullen, drifttiden för systemet, geografiska placeringen samt signal-och flödesutbytet med det centrala emulsionssystemet. Alla dessa tekniska aspekter är avgörande för huruvida ett briketteringssystem kan installeras på vevaxelavdelningen.

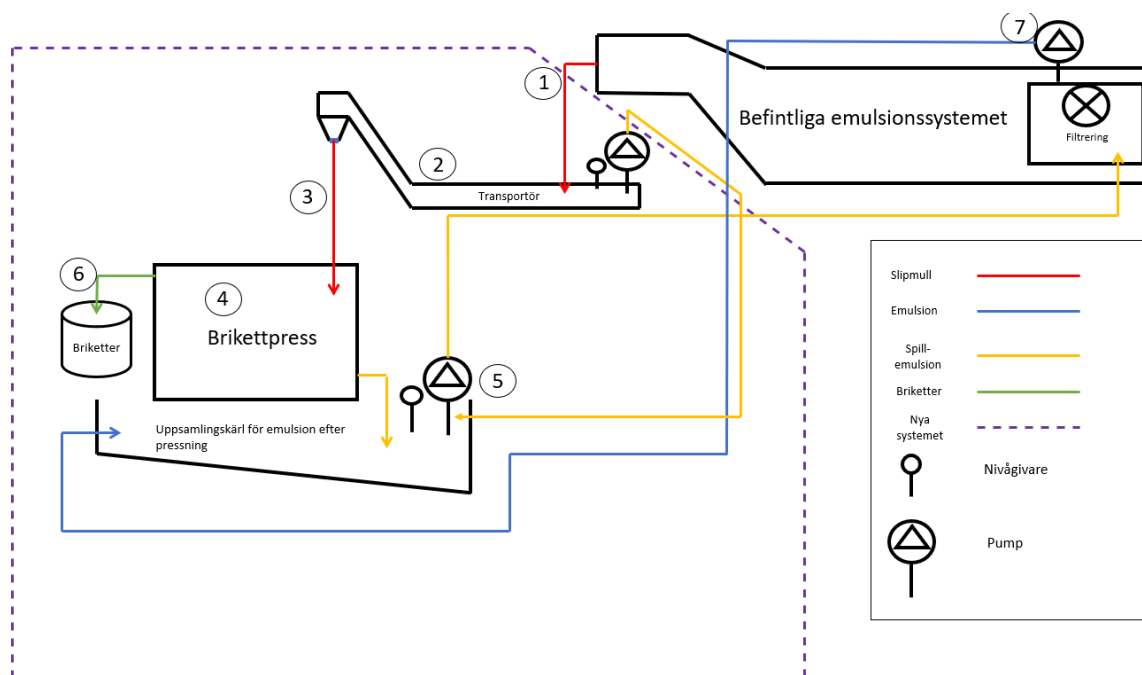
Förutom den tekniska applicerbarheten för briketteringssystemet finns det dessutom andra aspekter som inkluderas i bedömningen av denna åtgärd. Dessa aspekter är systemsäkerheten, det förändrade arbetssättet för personalen, hanteringen av briketterna och den ekonomiska lönsamheten. Just den ekonomiska lönsamheten är väsentlig att analysera eftersom investeringen i ett briketteringssystem innebär höga kostnader för verksamheten (Mercatus, 2011b). Samtliga komponenter som ingår i briketteringssystemet måste dessutom uppfylla kriterierna i Scania's egna föreskrifter och standarder (Scania, 2019m).

Både den tekniska applicerbarheten och de övriga aspekterna kommer att undersökas och analyseras närmare i de kommande avsnitten. Analysen kommer utgöra grunden för bedömningen av briketteringssystemet som åtgärd för reducering och hantering av slipmullen som bildas inom vevaxelavdelningen på DM.

⁵³Patrick Hörmann (2019). Intervju. Personlig kontakt med teknisk säljare från Mercatus AB.

8.3 Utformning av det föreslagna systemet

Baserat på informationen från referensverksamheterna där brikettering tillämpas, är det lämpligast att ansluta brikettpressen till emulsionssystemet där slipmullen matas ut. Då det centrala emulsionssystemet på vevaxelavdelningen bedöms vara den största källan slipmullen på DM, görs valet att det föreslagna briketteringssystemet ansluts till just detta emulsionssystem. Figur 32 visar hur anslutningen mellan emulsionssystemet och briketteringssystemet bör utformas, samt hur det nya systemet är tänkt ska fungera.



Figur 32: Illustration av hur det föreslagna briketteringssystemet bör utformas tillsammans med det centrala emulsionssystemet på vevaxelavdelningen. Uppmärksamma att den geografiska placeringen av komponenterna i figuren inte återspeglar verkligheten, utan figuren illustrerar enbart hur anslutningen mellan komponenterna bör utformas.

Det föreslagna briketteringssystemet kommer arbeta i cykler, där varje cykel omfattar sju delprocesser som sker stegvist, precis som figur 32 visar. Delprocesserna beskrivs nedan i samma ordning som figuren visar:

- 1 Centrala emulsionssystemet matar ut slipmull, som i nuläget är blöt, tillsammans med restemulsion som inte separeras i emulsionssystemet.
- 2 Ett snedställt skraptransportör placerad under emulsionssystemet samlar upp slipmullen och dränerar restemulsionen som inte är bunden till slipmullen. Restemulsionen som dräneras pumpas till uppsamlingskärlet som är placerad under brikettpressen.
- 3 Skaptransportören för slipmullen vidare till brikettpressen. Slipmullen är nu någorlunda torrare än vid steg 1 eftersom en del av restemulsionen är dränerad.
- 4 Brikettpressen pressar den blöta slipmullen till torra briketter.

- 5 Restemulsionen som lämnar slipmullen under pressningen samlas i uppsamlingskärlet, och pumpas nu tillbaka till emulsionssystemet tillsammans med restemulsionen som dräneras i steg 2.
- 6 Torra briketter av slipmull matas ut och hamnar i en behållare.
- 7 För att förebygga sedimentering av smuts och mindre partiklar i uppsamlingskärlet spolas kärlet kontinuerligt med ren emulsion från emulsionssystemet.

9 ANALYS AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER FÖR REDUCERING SAMT HANTERING AV SLIPMULL

I detta avsnitt undersöks och analyseras den föreslagna åtgärden för reduceringen och hanteringen av slipmull. Undersökningen och analysen utförs med avseende på olika aspekter och parametrar som gäller produktionsavdelningen som är i fokus, vilken är vevaxelavdelningen.

9.1 Dimensionering av systemet

Som figur 32 illustrerar utgörs det nya briketteringssystemet av en transportör, en brikettpress samt ett uppsamlingskärl. Eftersom briketteringssystemet är direkt anslutet till centrala emulsionssystemet, kommer dessa system att synkroniseras och tillsammans utgöra ett slutet system. Då det centrala emulsionssystemet är redan på plats idag, bör de nya komponenterna anpassas och dimensioneras efter just detta system. En justering av emulsionssystemet innebär eventuella stopp i produktionen av vevaxlarna, vilket inte är önskvärt i detta fall. Baserat på nuläget för vevaxelavdelningen sker slipningen på ett kontinuerligt sätt dygnet runt, och därmed finns det ett kontinuerligt utflöde av slipmull från det centrala emulsionssystemet. Detta innebär att även briketteringen av slipmullen måste ske kontinuerligt. Det ska tilläggas att briketteringssystemet är konstruerat på så sätt att ingen buffring av slipmullen sker, utan brikettpressen matas med en konstant mängd av slipmull. Dessa förutsättningar innebär att briketteringssystemet måste vara i drift under samma tidsintervaller som emulsionssystemet.

Då briketteringssystemet integreras i samma slutna system som emulsionssystemet är det av betydelse att båda systemen konfigureras med varandra vad gäller styrning och kontroll. Detta görs enklast med ett centralt styrsystem som underlättar operationen av det slutna systemet för operatörerna. Den direkta anslutningen mellan systemen kräver dessutom en lämplig geografisk placering av briketteringssystemet. Undersökningen av denna aspekt visade att det finns ett tillräckligt utrymme för placering av briketteringssystemets samtliga komponenter i samma anläggning som det centrala emulsionssystemet. Flera andra praktiska aspekter har undersökts och analyserats, som förändringen av arbetsmiljön och arbetssättet för operatörerna. Vad gäller arbetsmiljön anses införandet av briketteringssystemet medföra en förbättring i jämförelse med det befintliga läget där läckage och spill av slipmull förekommer vid tömning och transport av behållare. Denna slutsats dras med avseende på att det enda som lämnar briketteringssystemet är kompakta briketter med en väldigt låg fukthalt, i jämförelse med slipmullen. För operatörerna kräver operationen av briketteringssystemet endast en inläring av nya instruktioner, samt en daglig kontroll av systemet. Detta liknar väldigt mycket det arbetssättet som operatörerna har i dagsläget vad gäller operationen av det centrala emulsionssystemet.

Införandet av briketteringssystemet innebär dock en ökad risk gällande systemsäkerheten. Detta beror på att flera komponenter innebär en större sannolikhet för driftfel, och med att tanke på att komponenterna ingår i ett slutet system kan varje eventuellt fel leda

till stopp i produktionen. Som det nämns tidigare, har Scania's transmissionstillverkning lyckats minimera den risken genom dagliga kontroller och periodvisa underhåll av briketteringssystemets komponenter. I det här fallet är det endast en produktionsavdelning, vevaxelavdelningen, som ansluts till briketteringssystemet, och i jämförelse med transmissionstillverkningen där systemet ansluter fem produktionsavdelningar, anses risken vara lägre.

I enlighet med Scania's värdering om eliminering av slöseri, se figur 3, bör briketteringssystemet dimensioneras med en tillräcklig kapacitet för hanteringen av slipmullen som bildas just på vevaxelavdelningen, och på det viset undvika en kostsam överdimensionering. Då vevaxelavdelningen kommer genomgå förändringar som påverkar slipmullmängden inom det kommande året, anses det vara lämpligt att dimensioneringen av briketteringssystemet baseras på mängden slipmull som kommer bildas efter genomförandet av dessa förändringar. Detta val har gjorts för att utforma briketteringssystemet som en långsiktig lösning för vevaxelavdelningen. Nedan analyseras den tekniska dimensioneringen samt funktionen av respektive komponent i briketteringssystemet. Vissa detaljer vad gäller mått och kapacitet har bestämts i samråd med Patrick Hörmann⁵⁴, som har en stor kompetens inom detta område.

9.1.1 Skraptransportör

skraptransportören har som funktion att ta emot både slipmull och restemulsion som matas ut från centrala emulsionssystemet. Därefter för skraptransportören slipmullen vidare till brikettpressen, medan restemulsionen, som inte är bunden till slipmullen, se figur 11, dräneras till botten av transportören. För att lyckas åstadkomma både dessa mekanismer bör skraptransportören utformas på ett speciellt sätt, uppger Patrick Hörmann. Skraptransportören har en inbyggd skrapkedja, därav namnet skraptransportör, som slipmullen fastnar på medan restemulsionen faller genom kedjan ner till botten av transportören. För att underlätta dräneringen av restemulsionen och samtidigt undvika transporten av den vätskan till brikettpressen konstrueras transportören med en brant stigningsvinkel (Lw-Balsta, 2019). Skrapkedjan cirkulerar med hjälp av en drivmotor, och en hastighet som anpassas till brikettpressens bearbetningskapacitet. När ett segment av skrapkedjan når toppen av transportören skrapas slipmullen av och hamnar i brikettpressens inmatningsträtt. Tack vare den branta stigningsvinkeln faller restemulsionen mot änden av transportören, där både en pump och en nivågivare finns. Syftet med pumpen är att föra det uppsamlade restemulsionen bort till uppsamlingskärlet som är placerad under brikettpressen. Nivågivarens funktion är att signalera när för stor mängd restemulsion har samlats i botten av transportören, och då pumpas restemulsionen vidare till uppsamlingskärlet.

Skraptransportören utgör kopplingen mellan emulsionssystemet och brikettpressen, och anses därför vara en väsentlig komponent i briketteringssystemet. Vid driftfel i skraptransportören stannar hela systemet, och av denna anledning bör transportören övervakas genom ett centralt styrsystem. Det är även att lämpligt att konstruera transportören med hjul som underlättar förflyttningen vid underhåll och kontroll. Vid observationen

⁵⁴Patrick Hörmann (2019). Intervju. Personlig kontakt med teknisk säljare från Mercatus AB.

av briketteringssystemet på transmissionstillverkningen fanns ingen transportör mellan emulsionssystemet och brikettpressen. Detta beror på att slipmullen som matas ut från emulsionssystemet är torr i jämförelse med slipmullen från det centrala emulsionssystemet på vevaxelavdelningen. Då slipmullen i det här fallet är blöt och matas ut tillsammans med rinnande restemulsion, är det nödvändigt med en dränering innan inmatning till brikettpressen, berättar Patrick Hörmann. Varför brikettpressen inte kan ta emot både slipmull och restemulsion direkt från emulsionssystemet beror på flera orsaker som diskuteras i kommande avsnitt.

9.1.2 Uppsamlingskärl

Uppsamlingskärlet är en inbyggd komponent i brikettpressen, med syftet att ta emot restemulsionen som frigörs i samband med pressningen av slipmullen. Då briketteringen sker kontinuerligt i det föreslagna briketteringssystemet, blir därmed även inflödet av restemulsionen kontinuerligt till uppsamlingskärlet. Förutom inflödet från brikettpressen, tillkommer även ett inflöde av restemulsion från skraptransportören, där en dränering av restemulsionen sker. Detta inflöde är något som är unikt för just detta briketteringssystem, och anses vara väsentlig eftersom restemulsion läcker ut från centrala emulsionssystemet. Även uppsamlingskärlet bör utrustas med en pump och nivågivare, med liknande funktioner som komponenterna har i skraptransportören. När mängden av restemulsionen blir tillräckligt stor i uppsamlingskärlet skickas en signal via nivågivaren och en del av restemulsionen pumpas tillbaka till det centrala emulsionssystemet för filtrering och därefter återföring till slipmaskinerna. Restemulsionen pumpas tillbaka till emulsionssystemet i förutbestämda mängder och utgör det enda utflödet från uppsamlingskärlet. Utflödet från uppsamlingskärlet till emulsionssystemet bör vara tillräckligt stor så att en jämn nivå av restemulsion erhållas i uppsamlingskärlet. För det centrala emulsionssystemet innebär detta ett ökat flöde av restemulsion att filtrera, vilket förutsätter att filtreringskapaciteten i emulsionssystemet är tillräcklig. Under kartläggningen av detta system har det observerats att emulsionssystemet har en tillräcklig filtreringskapacitet för detta syfte. Det bör uppmärksammas att filtreringen av restemulsionen i det centrala emulsionssystemet fungerar bra i dagsläget, och att det snarare är filtreringen av slipmull som brister.

Som det nämns under avsnitt 4.2, kan det uppstå en del problem med emulsionen ifall den inte cirkulerar under en viss tidsintervall. Dessa problem anses vara aktuella i uppsamlingskärlet då det alltid kommer vara en mängd restemulsion som kvarstår i uppsamlingskärlet. Detta eftersom inflöden av restemulsionen till uppsamlingskärlet är kontinuerliga, medan utflödet av restemulsion sker i jämna intervaller. Enligt Patrick Hörmann⁵⁵, kan det detta problem åtgärdas ett cirkulerande flöde av ren emulsion i uppsamlingskärlet som sköljer bort eventuella smutspartiklar och bakterier. Denna lösning kräver ett inflöde av ren emulsion till uppsamlingskärlet, vilket kan ledas från den emulsionsstanken som förser det centrala emulsionssystemet med ren emulsion. Den rena emulsionen som cirkulerar i uppsamlingskärlet pumpas senare tillbaka till emulsionssystemet tillsammans med restemulsionen från brikettpressen och skraptransportören. Förutom inflödet av ren emulsion, krävs även periodvisa rengöringar av uppsamlingskärlet för att förebygga sedimentering och bakteriebildning. För att flödesutbytet av emulsionen

⁵⁵Patrick Hörmann (2019). Intervju. Personlig kontakt med teknisk säljare från Mercatus AB.

mellan uppsamlingskärlet och emulsionssystemet ska ske automatiskt krävs det införande av signalutbyte mellan dessa komponenter.

9.1.3 Brikettpress

Huvudkomponenten i briketteringssystemet utgörs av brikettpressen, där briketteringsprocessen äger rum. Brikettpressen kan betraktas som den mest sannolika flaskhalsen i det slutna systemet, eftersom briketteringen är det mest tidskrävande momentet relativt de andra mekanismerna i systemet, enligt Patrick Hörmann⁵⁶. Som det nämns under avsnitt 8.1, sker briketteringen i cykler och varje cykel resulterar i en brikett. I det här fallet, där flödet av slipmull är kontinuerligt, bör cykeltiden baseras på mängden slipmull som bildas under en viss tidsintervall. På detta sätt kan brikettpressen dimensioneras med en briketteringskapacitet som motsvarar behovet, och risken för en flaskhals i det slutna systemet kan minimeras. Vid kalkyleringen av cykeltiden och briketteringskapaciteten tas även hänsyn till fukthalten i slipmullen. Varför fukthalten har en betydelse för cykeltiden beror på att en för hög presshastighet tillsammans med blöt slipmull kan leda till emulsionsexplosion, enligt Patrick Hörmann. Detta kan i sin tur skada maskindelarna och förkorta den ekonomiska livslängden av brikettpressen. Med detta problem i åtanke och för att undvika en för långsam briketteringstakt, anses dräneringen av restemulsionen i skraptransportören vara en väsentlig process för just detta briketteringssystem. Därmed är det inte möjligt med direkt anslutning mellan brikettpressen och det centrala emulsionssystemet.

Likt brikettpressen på Munkforsågar AB, bör brikettpressen i detta system konstrueras på ett sätt som möjliggör manuell inmatning av slipmull. Detta eftersom slipmull som bildas från vevaxelavdelningen matas ut från tre olika emulsionssystem, och för att kunna brikettera hela mängden krävs en brikettpress som kan matas med slipmull även från emulsionssystem utanför det slutna systemet. För detta krävs det att emulsionen är av samma typ och koncentration i samtliga emulsionssystem, eftersom all emulsion som återvinns vid briketteringen återförs till det anslutna emulsionssystemet. Från kartläggningen av vevaxelavdelningen kan det bekräftas att samma typ och koncentration av emulsion förbrukas i samtliga emulsionssystem där slipmull bildas. Detta möjliggör briketteringen av allt slipmull från vevaxelavdelningen, och därmed uppnås en maximal reduktion av avfallet.

Då dimensioneringen av brikettpressen baseras till stor del på mängden slipmull som ska briketteras, har en utförlig kvantifiering av mängden slipmull vid år 2020 utförts, vilken kan följas under avsnitt 3.1.3.1. Flera parametrar som inkluderats i kvantifieringen betraktas vara känslig information för Scania, och därför uppges inte storheten på dessa parametrar. Vilka parametrar som har varit till underlag och hur kvantifieringen har utförts framgår i avsnitt 3.1.3.1. Resultatet från kvantifieringen av mängden slipmull som kommer bildas vid vevaxelavdelningen år 2020 visas i tabellen nedan.

Emulsionssystem	Bortslipad metall(kg/h)	Fuktalt(%)	Slipmull(kg/h)
Centralt	8,3	75	33,1
Enskilt 1	2,1	20	2,6
Enskilt 2	1,1	20	1,3

⁵⁶Patrick Hörmann (2019). Intervju. Personlig kontakt med teknisk säljare från Mercatus AB.

Enligt denna kvantifiering bildas det 37 kg slipmull per timme vid vevaxelavdelningen år 2020, vilket blir ca 188 ton på ett år med avseende på antalet arbetstimmar för vevaxelavdelningen. Därför bör brikettpressen dimensioneras med en presskapacitet som motsvarar 40 kg slipmull per timme. Detta betyder att brikettpressen överdimensioneras med avseende på presskapaciteten, med syftet att minimera risken för en flaskhals i det slutna systemet. Enligt Patrick Hörmann, brukar cykeltiden för en brikettpress med liknande presskapacitet vara cirka 40 sekunder, vilket betyder att en ny brikett bildas var 40:e sekund. Dock har slipmullen som matas ut från det centrala emulsionssystemet fukthalten 75 %, vilket är högt relativt andra briketteringssystem. Cykeltiden bör därav vara 50 sekunder, med syftet att minimera risken för en emulsionsexplosion i brikettpressen.

9.2 Analys av övriga aspekter

Förutom den tekniska analysen och dimensioneringen av detta, medför installationen av detta system andra effekter, både för Scania och utanför företagets gränser. Även dessa effekter anses vara av betydelse att analysera i bedömningen av brikettering och återförande av restemulsion som en lämplig teknik för reducering och hantering av slipmullen på vevaxelavdelningen. Nedan presenteras och analyseras dessa effekter.

9.2.1 Förändring i avfallshierarkin

Eftersom slipmullbriketter består till cirka 90 % av bortslipad metall, anses dessa briketter vara en mycket värdefull restprodukt. Därför sker hanteringen oftast på ett annat sätt än deponering (SKF, 2017). Då hanteringen av briketterna skiljer sig från hanteringen av slipmull, klassificeras därmed briketterna som en annan typ av avfall med avseende på Scantias avfallshierarki, se figur 1. Vid verksamheter som Munkforsågar AB, SKF och även Scantias transmissionstillverkning sker hanteringen av briketterna främst genom smältning med syftet att återvinna metallinnehållet. Därmed anses den rimligaste klassificeringen av slipmullbriketter som avfall vara materialåtervinning i Scantias avfallshierarki. Denna klassificering innebär en klättring i avfallshierarkin och betyder att slipmull omvandlas till en annan typ av avfall som hamnar utanför kategorin som omfattas av miljömålsättningen Waste Roadmap. Detta är något som DM eftersträvar. Det ska dock uppmärksammas att ifall DM inte lyckas återvinna metallinnehållet i briketterna, kommer dessa att deponeras och ingen klättring i avfallshierarkin kan vara aktuell. Därför anses hanteringen av slipmullbriketterna vara en avgörande faktor i bedömningen av brikettering och återförande av restemulsion som åtgärd. Vilka möjligheter det finns för DM att hantera briketterna diskuteras i nästa avsnitt.

9.2.1.1 Hantering av briketter

Som det nämns tidigare, ingår ett gjuteri i avdelningen DM, som i dagsläget återvinner metalinnehållet i olika typer av spånor. För att undersöka möjligheten att smälta slipmullbriketterna där, utfördes en intervju med David Lindström⁵⁷, som arbetar på gjuteriets processgrupp. För att gjuteriet ska kunna ta emot briketterna från DM och återvinna metalinnehållet i dessa måste följande villkor uppfyllas, enligt David Lindström:

⁵⁷David Lindström (2019-11-20). Intervju. Personlig kontakt med personal från gjuteriets processgrupp.

- Den kemiska sammansättningen i briketterna måste vara likt sammansättningen i råämnen som gjuteriet smälter. För att undersöka denna aspekt måste en kemisk analys av briketterna utföras.
- Briketterna måste lagras och integreras i en av de befintliga flöden för råämnen och spånorna som smälts på gjuteriet idag. Detta krav beror på att det finns en begränsad lagringsyta på gjuteriets så kallade skrotgård.
- En testsmältning av briketterna måste utföras i förväg, med syftet att försäkra gjuteriet att smältningen av dessa inte medför några risker. Med risker avses självantändning och eventuella explosioner i ugnarna.

Med tanke på att briketterna inte finns för undersökning och analys i dagsläget, kan det inte dras någon slutsats om huruvida smältningen av dessa är möjlig på just DM:s gjuteri. I andra verksamheters fall, som Munkforsågar AB och SKF, där gjuterier saknas sköts smältningen och metallåtervinningen av externa aktörer. Detta alternativ är att föredra ifall DM:s gjuteri inte kan sköta hanteringen av briketterna. En nackdel med detta alternativ är dock att involvering av externa aktörer innebär en del hanteringskostnader som dras av den totala försäljningsintäkten som briketterna genererar. Hanteringskostnader uppstår även vid intern hantering på DM:s gjuteri, dock inte lika höga som vid extern hantering. Ytterligare ett alternativ som betraktas är skänkning av briketterna till andra gjuterier för smältning och återvinning, vilket inte genererar någon intäkt. Detta alternativ bör vara aktuellt ifall inga externa aktörer vill köpa briketterna från vevaxelavdelningen på DM. Hur den ekonomiska lönsamheten påverkas av valet av hanteringsalternativ analyseras mer ingående under nästa avsnitt.

9.2.2 Ekonomi

Den ekonomiska aspekten är av betydelse för bedömningen av briketteringssystemet som åtgärd. Detta eftersom ekonomisk lönsamhet är en av Scantias fyra huvudprioriteringar, se figur 3. Ekonomiska lönsamheten är även i fokus i detta examensarbete då syftet är att föreslå de mest kostnadseffektiva åtgärderna. För att kunna brikettera slipmull från vevaxelavdelningen krävs det ett briketteringssystem med flera komponenter, se figur 32, vilket kräver en investering av Scania. För att undersöka den ekonomiska lönsamheten används därför investeringens återbetalningstid som nyckeltal. För att kalkylera denna återbetalningstid används Scantias egna investeringskalkyl, MIKA-modellen. Nedan anges samtliga kostnader och intäkter som användes som input-värden till modellen, och som utgör analysen av den ekonomiska lönsamheten för den föreslagna åtgärden.

9.2.2.1 Kostnader och intäkter för befintliga systemet

Följande kostnader har inkluderats i kalkyleringen av det årliga kassaflödet för det befintliga systemet, det vill säga utan briketteringsystem:

- **Kostnaden för deponering av slipmull.** Denna kostnad är baserad på mängden slipmull från vevaxelavdelningen år 2020, som erhöles vid kvantifieringen under avsnitt 3.1.3.1. Deponeringskostnaden erhöles från vevaxelavdelningens deponeringsfakturer.

- **Kostnaden för tillförsel av ny emulsion till emulsionssystemen.** Denna kostnad tillkommer då restemulsion deponeras med slipmullen, och måste då ersättas med ny emulsion. Hur mycket restemulsion som ingår i slipmullen från respektive emulsionssystem på vevaxelavdelningen framgår av kvantifieringen under avsnitt 3.1.3.1.

Då det befintliga systemet inte medför någon intäkt erhålls ett negativt kassaflöde för detta alternativ årligen.

9.2.2.2 Kostnader och intäkter för briketteringssystemet

Följande kostnader har inkluderats i beräkningen av investeringskostnaden samt det årliga kassaflödet för det föreslagna systemet, det vill säga med ett briketteringssystem:

- **Investeringskostnaden för briketteringssystemet.** Denna kostnad baseras på en riktpisoffert från Mercatus AB, där det efterfrågade briketteringssystemets samtliga komponenter ingår.
- **Driftkostnaden för briketteringssystemet.** Denna kostnad omfattar samtliga kostnader som tillkommer i samband med driften av briketteringssystemet. Dessa kostnader utgörs dels av underhållskostnader, och dels av driftkostnaden i form av energiförbrukning. Även dessa kostnader erhöles från riktpisofferten från Mercatus AB.

Intäkterna för briketteringssystemet utgörs av återvinningen av metallinnehållet i briketterna. Då det i dagsläget inte kan konstateras vilket hanteringsalternativ av briketterna som är mest aktuellt har tre olika MIKA-modeller utförts med syftet att undersöka det mest lönsamma hanteringsalternativt. Dessa alternativ presenteras nedan:

9.2.2.3 Alternativ 1

Detta alternativ baseras på antagandet att slipmullbriketterna kan smältas på DM:s gjuteri, vilket innebär en intern återvinning av metallinnehållet i briketterna. Intäkten vid detta hanteringsalternativ antas motsvara priset för samma mängd tackjärn som mängden bortslipad metall. Här görs antagandet att 100 % av det bortslipade metallen kan återvinnas på gjuteriet, och därmed ersätta tackjärnet som i dagsläget används som råämne.

9.2.2.4 Alternativ 2

Detta alternativ handlar om försäljning av briketterna till externa aktörer. Alternativt baseras på scenariot där återvinning på DM:s gjuteri inte är aktuellt. Därför säljs briketterna till en extern aktör som i sin tur kan återvinna metallen i dessa. I detta alternativ väljs ett försäljningspris som baseras på priset som Munkforsågar AB säljer sina briketter för.

9.2.2.5 Alternativ 3

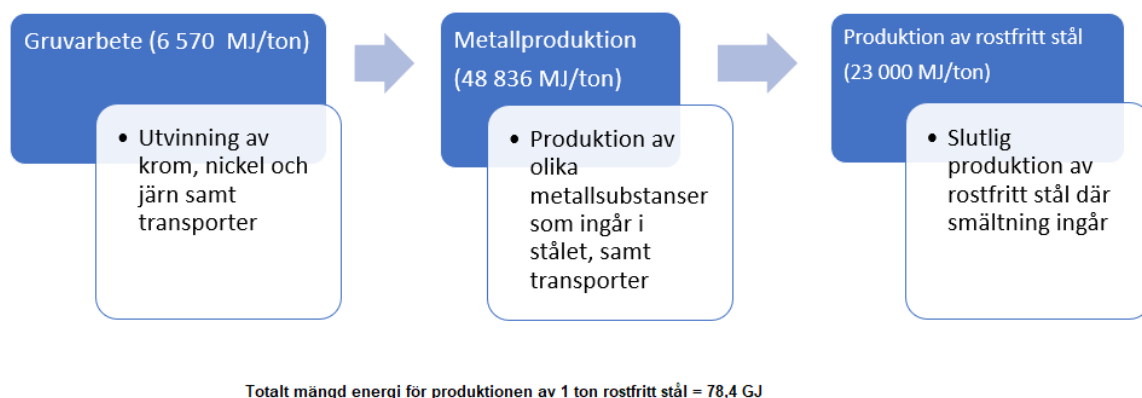
Detta hanteringsalternativ baseras på scenariot där briketterna från vevaxelavdelningen skänks till externa aktörer. Detta alternativ är visserligen det minst lönsamma då inga

intäkter genereras från briketteringen. Anledningen till att detta alternativ inkluderas i den ekonomiska analysen är att det finns en viss sannolikhet att varken intern återvinning på DM:s gjuteri eller försäljning av briketterna blir aktuellt. Då anses det vara av betydelse att undersöka om investeringen även i detta fall kan betraktas som ekonomiskt lönsam.

Resultatet från MIKA-modellen för respektive hanteringsalternativ presenteras under avsnitt 14.1.2.

9.2.3 Energibesparing utanför Scania

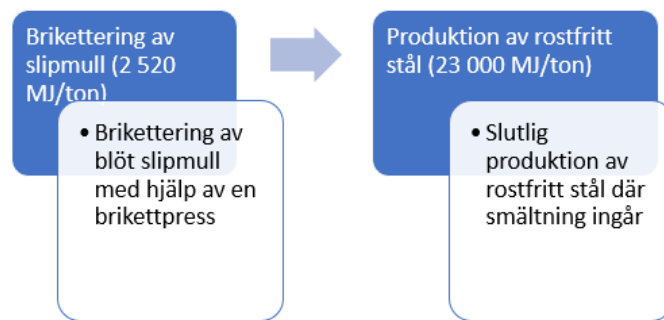
Hittills har brikettering och återförande av restemulsion som åtgärd analyserats från ett perspektiv som avser enbart Scania, och mer specifikt DM. En förändring i arbetssättet inom större verksamheter, som Scania, leder oftast till vissa effekter utanför verksamhetens gränser. Metaller som utgör råämnen i produktionen av motorkomponenter, och i synnerhet rostfritt stål, är energikrävande att förädla (Jeremiah m. fl., 2007). I ett scenario där ingen brikettering sker vid vevaxeleneheten år 2020, kommer slipmull, innehållande cirka 57,8 ton bortslipad stål, årligen att deponeras. Förutom miljöbelastningen som deponeringen medför, går även det energikrävande rostfria stålet förlorat och nytt stål måste produceras. Figur 33 illustrerar dem mest energikrävande processerna vid produktionen av nytt rostfritt stål (Jeremiah m. fl., 2007).



Figur 33: Illustration av tillvägagångssättet för produktion av nytt rostfritt stål, från nya råämnen. Energiförbrukningen för respektive process baseras på en tidigare LCA-studie utförd av forskare på Yale University (Jeremiah m. fl., 2007).

Figur 33 visar huvudprocesserna vid framställning av rostfritt stål från nya råämnen, samt energiförbrukningen, i megajoule per ton rostfritt stål, vid respektive process. Från figuren kan det konstateras att produktionen av olika metallsubstanser, som ingår i stålet, är den mest energikrävande processen. Det ska uppmärksammas att samtliga värden för energiförbrukningen är representativa för vad som avses vara normal global produktion av nytt stål, och är därmed inte specifika för en särskild stålindustri (Jeremiah m. fl., 2007).

I jämförelse med ett scenario där brikettering sker på vevaxelavdelningen, kan stålet i slipmullen istället återproduceras genom en kortare processkedja, som illustreras i figur 34.



Totalt mängd energi för produktionen av 1 ton rostfritt stål = 25,5 GJ

Figur 34: Illustration av tillvägagångssättet för återvinning av rostfritt stål genom brikettering av slipmull. Energiförknigen för briketteringen erhöles från Patrick Hörmann⁵⁸ på Mercatus Ab.

Från figur 34 kan det konstateras att vid återvinningen av det rostfria stålet i slipmullen eliminerar gruvarbetet, medan processen för produktion av metallsubstanserna ersätts av briketteringsprocessen, som kräver betydligt mindre energi. Exakt hur mycket energi som kan besparas genom briketteringen av slipmullen som bildas på vevaxelavdelningen presenteras under avsnitt 14.1.3.

Det ska uppmärksammas att den eventuella energibesparingen uppnås utanför Scania:s gränser. Detta beror på att framställningen av stålet sker i andra verksamheter och Scania har rollen som konsument av det framställda stålet. Av denna anledning utgör inte energi ett nyckeltal i bedömningen av brikettering som åtgärd.

10 FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER OCH ANALYS FÖR REDUCERING AV SPILLVATTEN

Följande kapitel syftar till att redogöra för de föreslagna åtgärder vad gäller reducering av spillvatten från tvättmaskinerna på DM, samt en analys av de föreslagna åtgärder. Val av åtgärder är baserat på kartläggning och nulägesbeskrivning för tvättmaskinerna på DM.

10.1 Ansvarig personal för underhåll av tvättmaskiner

Utifrån nulägesbeskrivningen för tvättmaskinerna på DM kan det konstateras att det finns potential för förbättring vad gäller skötsel och kontroll av tvättningsprocesserna. Två huvudorsaker till problemet idag är att det saknas kunskap om tvättmaskinerna hos personalen likväl som att personalen som helhet tar ett dåligt ansvar för maskinerna. Det resulterar i stora mängder spillvatten som måste hanteras årligen tillsammans med en hög konsumtion av både tvättmedel och vatten på många av DM:s produktionsavdelningar. På grund av dålig skötsel och kontroll av tvättmaskinerna är det en del komponenter som inte klarar de bestämda renhetskraven efter den slutgiltiga rengöringen. Produktionsavdelningarnas lösning på problemet idag, är att byta tvättvattnet allt oftare i syfte att öka chanserna att komponenterna blir tillräckligt rena.

Situationen som råder på DM är inte hållbar i det långa loppet och för att de ska lyckas nå sina avfallsmål måste antalet vattenbyten per år minska. Ett lösningsförslag som har potential att reducera mängden spillvatten från tvättmaskinerna på DM är:

- Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna på DM

Investering i personal kan antingen innebära att vardera produktionsavdelning tillsätter sin egna ansvariga person som har tvättmaskinerna som sitt huvudarbete. Ett annat alternativ är att DM tillsätter en mindre arbetsgrupp på tre till fyra personer som endast arbetar med att sköta om och kontrollera alla 27 tvättmaskiner på DM. En sådan grupp skulle motsvara dagens emulsionsgrupp, men för tvättmaskinerna.

I nulägesbeskrivningen under avsnitt 6.3 beskrivs en rad olika problem med DM:s tvättmaskiner som kan kopplas till både de frekventa vattenbytena och till att komponenterna inte erhåller godkända renhetsanalyser. Vid en investering i form av tillsättning av personal på DM skulle ovanstående problem inte uppstå i lika stor utsträckning som i dagsläget. Att tillsätta personal med syfte att erhålla fördjupad kunskap om tvättmaskinerna, där personalen har ett huvudansvar för skötsel och kontroll av maskinerna skapar goda förutsättningar för att erhålla större kännedom om rengöringsprocesserna. Det ger möjlighet att erhålla bättre rengöringsresultat på längre sikt, vilket i sin tur leder till färre byten av tvättvattnet. De positiva effekter som investering i personal kan ge är sammanfattningsvis:

- Fördjupad förståelse för tvättmaskinens funktion.
- Fördjupad kunskap om rengöringsprocessen och tvättmaskinens centrala parametrar.

- Större ansvar och högre prioritering av tvättmaskinerna.
- Kontinuerligt underhåll och kontroll av tvättmaskinerna.
- I mindre utsträckning problem med exempelvis oljeavskiljare, filter, avlagring av spånpartiklar i tvätt-tanken med mera.
- I mindre utsträckning problem med renheten för komponenterna och större chans till färre vattenbyten.

10.1.1 Scenarier för investering i personal

För att underbygga ovanstående resonemang har olika scenarier formulerats för att undersöka lönsamheten i att investera i personal med huvudsyfte att sköta om och kontrollera tvättmaskinerna. Eftersom undersökningen av att reducera mängden spillvatten i huvudsak är avgränsad till produktionslinjen DMAEB, vad gäller beräkningar, är följande scenarier baserade på nulägesbeskrivningen för mellantvätten och sluttvätten på DMAEB.

Det är svårt att avgöra antalet vattenbyten som kan upphöra när personal tillsätts för att sköta om och kontrollera tvättmaskinerna. Av den anledningen har olika tänkbara scenarier formulerats för att undersöka dess effekter vad gäller reduktion av spillvatten och minskade kostnader. Varje nytt scenario kan ses som en effekt av att ha haft en anställd som sköter om och kontrollerar tvättmaskinerna under en allt längre period. Resultatet som erhålls är en förskjutning av vattenbytet för varje nytt scenario eftersom DM får allt bättre kontroll över tvättmaskinerna, vilket medför färre antal vattenbyten per år.

Med anledning av att tvättvattnet i mellantvätten redan byts så pass sällan i jämförelse med sluttvätten kommer effekten av att investera i personal troligtvis få störst inverkan på vattenbytena för sluttvätten. På grund av det är minskningen av vattenbytena för mellantvätten inte lika stor som för sluttvätten i de olika scenarierna.

I följande scenarier har det antagits att den anställda arbetar 33 % med tvättmaskinerna. Antagandet är baserat på de arbetsuppgifter som personen antas vara ansvarig för och i enlighet med ansvariga på DM anses det vara en rimlig uppskattning. Det är svårt att förutspå hur många timmar som personen kan tänkas behöva lägga på tvättmaskinerna för att uppnå förbättrad renhet och i sin tur minska antalet vattenbyten per år. Däremot är det rimligtvis mer fördelaktigt om den förväntade tiden för arbetet överskattas istället för underskattas med hänsyn till personalkostnaden för DM. I avsnitt 12.2 erhålls resultatet för scenarierna och effekten av att investera i personal för mellantvätten och sluttvätten på DMAEB.

Scenario 1: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten varannan vecka.*

Detta är baserat på nuvarande situationen för byte av tvättvatten på DMAEB och det kan ses som ett referensvärde.

Scenario 2: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var tredje vecka och en anställd på 33 %.*

I scenario 2 anställs en person på 33 % med antagande att vattenbytet för sluttvätten kan skjutas upp en vecka på grund av att det finns en person som har ansvar för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna. För mellantvätten sker det byte av tvättvattnet fyra gånger per år som första scenariot.

Scenario 3: *Vattenbyte i mellantvätten två gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var fjärde vecka, en anställd på 33 %.*

I detta scenario anställs en person på 33 % med antagande att vattenbytet för sluttvätten kan skjutas upp två veckor på grund av att det finns en person som har ansvar för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna. Det görs även ett antagande att antalet vattenbyten i mellantvätten minskar till två gånger per år.

Scenario 4: *Vattenbyte i mellantvätten två gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var sjätte vecka, en anställd på 33 %.*

I det sista scenariot anställs en person på 33 % med antagande att vattenbytet för sluttvätten kan skjutas upp 4 veckor på grund av att det finns en person som har ansvar för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna. För mellantvätten görs ett antagande att antalet vattenbyten kan minskas till två gånger per år.

10.2 Mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar

I och med att parametrar som tvättmedel, pH-värde, olja och mängden partiklar i tvättmaskinen varierar med tiden är det en utmaning att hålla dessa parametrar stabila. Idag utförs provtagningar på tvättvattnet en gång i veckan, det innebär en risk för att centrala parametrar varierar under veckans gång utan att det uppmärksammas. Att dessa är lägre eller högre än vad de borde vara kan få konsekvenser för kvalitén på tvättvattnet vilket kan medföra försämrade renhet för komponenterna.

Med allt striktare renhetskrav för motorkomponenter, ställs det högre krav på att rengöringsprocesserna fungerar optimalt. För att säkerställa stabila och optimala förhållanden för tvättvattnets centrala parametrar, krävs det utöver personal, ett system som kontinuerligt mäter och analyserar tvättvattnet i realtid. Ett lösningsförslag som har potential att ytterligare öka renheten för komponenterna och i sin tur reducera mängden spillvatten från tvättmaskinerna på DM är följande:

- Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar

Att investera i mät- och övervakningssystem på sluttvätten gör det möjligt att i realtid uppmärksamma avvikande värden av parametrarna i tvättvattnet. Realtidsövervakning av tvättvattnet skapar ännu bättre förutsättningar för att lyckas säkerställa god kvalitet och att alla parametrar hålls stabila.

Idag används följande åtgärder; överdosering av tvättmedel och frekventa vattenbyten för att förebygga att komponenterna inte uppnår de bestämda renhetskraven. Det är ofta en konsekvens av att verksamheten inte har vetskap om tvättvattnets kvalitet som ovanstående åtgärder genomförs. Vid implementering av mät- och övervakningssystem kan sådana åtgärder undvikas eftersom de anställda har möjlighet att i realtid erhålla analyser och data över tvättvattnet.

Förutom att systemen ger upphov till mer stabila och optimala rengöringsprocesser, kan det även ses som ett kompletterande verktyg för de anställda att erhålla större förståelse för rengöringsprocessen och hur tvättvattnets olika parametrar varierar med tiden. De positiva effekter som investering av mät- och övervakningssystem kan ge är sammanfattningsvis:

- Ökad kontroll och kvalité på tvättvattnet.
- Större förståelse och kunskap om rengöringsprocesserna.
- Stabila koncentrationer och värden för de centrala parametrarna i tvättvattnet.
- Färre vattenbyten (reducerad mängd spillvatten) och minskad konsumtion av tvättmedel
- Förbättrad renhet för komponenterna.

Utifrån nulägesbeskrivningen för tvättmaskinerna valdes fyra produkter ut som idag finns på marknaden. Vilka anses vara de mest lämpade för DM:s produktion samt ha störst potential att förbättra tvättvattnets kvalitet i sluttvättarna. I nästkommande avsnitt ges en beskrivning av de fyra produkterna.

10.2.1 Produkt A

Produkten baseras på ultraljudsteknik och kan mäta parametrar som saltkoncentrationen, totala mängden partiklar och dess storlek samt mängden olja i vattnet. Sensorn ska placeras på utsidan av tvättmaskinen eller på ett rör där det smutsiga tvättvattnet pumpas igenom. Det finns möjlighet att koppla systemet till en dator som i realtid analyserar de uppmätta halterna av olja, och fasta partiklar i tvättvattnet. På datorskärmen visas hur koncentrationen av olja och mängden fasta partiklar varierar med tiden, samt vid för höga halter av dessa parametrar avges ett larm (Mirmorax, u.å).

10.2.2 Produkt B

Produkten använder sig av fluorescensspektroskopi för att mäta andelen olja i tvättvattnet. Sensorn skickar i realtid de uppmätta värdena till en dator som analyserar halterna av olja i tvättvattnet, vid för höga halter larmas personalen. Produkten ska placeras på tvättmaskinens ena sida med en plastslang kopplad till tvättmaskinen där tvättvatten kontinuerligt pumpas igenom. Slangen ska vara kopplad till ett ställe på tvättmaskinen där det finns möjlighet att kontinuerligt pumpa ut en del av det smutsiga tvättvattnet, för att sedan pumpas tillbaka när tvättvattnet har analyserats (BvL, 2020c).

10.2.3 Produkt C

Följande produkt använder sig av ultraljudsmätning för att identifiera koncentrationen tvättmedel i tvättvattnet. För att det ska vara möjligt att mäta just koncentrationen tvättmedel och inte något annat som olja måste det tvättmedel som används i tvättmaskinen kalibreras i systemet. Produkten kan även kopplas till en extern dataskärm som analyserar de uppmätta värdena i form av en graf och numeriska värden. Installationen av följande produkt är densamma som för produkt B (BvL, 2020a).

10.2.4 Produkt D

Det är en produkt som mäter föroreningshalten av tvättvattnet med hjälp av absorptionspektroskopi. För att det ska vara möjligt att urskilja föroreningar mot tvättmedel måste det tvättmedel som används kalibreras i systemet. Med analys av indata i realtid är det möjligt att följa hur tvättvattnet förorenas över tid och det är även möjligt att upptäcka oförutsedda händelser som att filter i tvättmaskinen går sönder. Installationen av följande produkt är densamma som för produkt B (BvL, 2020b).

10.2.4.1 Scantias utvecklingsavdelningen DMAU

På Utvecklingsline, DMAU finns idag produkt D installerad på deras test-tvättmaskin. Patrik Boström⁵⁹ som arbetar som produktionssamordnare på Utvecklingsline intervjuades i syfte att undersöka möjligheterna till att installera produkten på DM:s andra tvättmaskiner.

Enligt Boström har de använt produkten i två år och under dessa år har produkten varit helt självgående utan behov av underhåll. Det ska nämnas att test-tvättmaskinen endast tvättar 50 artiklar i veckan jämförelse med DMAEB som tvättar flera hundra artiklar i veckan. Boström säger i intervjun att produkt D skulle kunna vara ett bra alternativ för de andra tvättmaskinerna på Scania, speciellt för de nyare tvättmaskinerna. För samtliga fall när systemet har varnat att det behöver ske ett vattenbyte har det överensstämmt med resultaten från renhetsanalyserna samt resultatet från vattenproverna.

10.2.5 Scenarier för investering av produkter för mät- och övervakningssystem på sluttvätt

För att underbygga ovanstående resonemang om att investera i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar har olika scenarier formulerats. Syftet med scenarierna är att undersöka lönsamheten för systemen. I och med att undersökningen i huvudsak är avgränsad till produktionslinjen DMAEB, vad gäller beräkningar, är följande scenarier baserade på nulägesbeskrivningen för mellantvätten och sluttvätten på DMAEB.

Mät- och övervakningssystem planeras att installeras på sluttvätten av två olika skäl, det första skälet är att det är det sista steget innan komponenter skickas till montering och därför är det extra viktigt att tvättprocessen fungerar optimalt. Det andra skälet är på grund av de frekventa vattenbytena som leder till en hög vattenåtgång årligen. För samtliga fyra produkter har ett och samma scenario formulerats, där det som skiljer scenarierna åt

⁵⁹Patrick Boström (2019-12-02). Intervju. Produktionssamordnare på utvecklingsenheten DMAU.

är den totala kostnaden för vardera produkt.

I föregående lösningsförslag antas i scenario 2 att investering i en anställd som sköter om och kontrollerar tvättmaskinerna borde kunna skjuta upp vattenbytet med en vecka. En investering i mät- och övervakningssystem bör medföra att vattenbyten kan förskjutas ytterligare. Trots att produkterna mäter olika parametrar i tvättvattnet såsom mängden partiklar och koncentrationen tvättmedel, har det även gjorts ett antagande att alla produkter kan skjuta upp vattenbytet lika länge oberoende vilka parametrar som mäts. Det krävs ett bättre underlag för att kunna avgöra vilken av produkterna som kan minska flest antal vattenbyten. Av den anledningen har vattenbyte i sluttvätten angivits till var fjärde vecka och antalet vattenbyten i mellantvätten är oförändrat från nuläget.

I följande scenarier har det antagits att produkterna kommer att installeras så länge som det finns en anställd på DM som är ansvarig för dess drift. Åtgärderna borde fungera bäst om de sker i ordningen att det först anställs en eller flera medarbetare vars ansvar är att sköta om tvättmaskinerna för att det därefter installeras mät- och övervakningssystem. Med anledning av det har en anställd som arbetar 33 % inkluderats i samtliga scenarier.

Scenario 5: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var fjärde vecka, produkt A och en anställd på 33 %.*

Scenario 6: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var fjärde vecka, produkt B och en anställd på 33 %.*

Scenario 7: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var fjärde vecka, produkt C och en anställd på 33 %.*

Scenario 8: *Vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år, vattenbyte i sluttvätten var fjärde vecka, produkt D och en anställd på 33 %.*

11 FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER OCH ANALYS FÖR HANTERING AV RESTEMULSION OCH SPILLVATTEN

Följande kapitel syftar till att redogöra för de föreslagna åtgärder vad gäller hanteringsproblematiken för spillvatten och restemulsion på DM, samt en analys av de föreslagna åtgärder. Val av åtgärder är baserat på kartläggning och nulägesbeskrivning för hanteringen av avfall på DM.

11.1 Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt

Utifrån nulägesbeskrivningen för hantering av restemulsion och spillvatten kan det konstateras att det finns en rad förbättringsområden vad gäller hanteringsprocessen för avfallet på DM. I kartläggningen beskrivs problem som bland annat avvikande tömningar, fel fraktioner, fel mängder, avsaknad av föravisering samt dålig kunskap och ansvar för avfallet på DM. Det är framför allt by 218 som drabbas av ovanstående problem, eftersom andra avdelningar inte behöver ta konsekvenserna av ovanstående problem på samma sätt. DM kan skicka avfallet till by 218 och om de inte har kapacitet drabbar det endast DM ekonomiskt genom att hanteringskostnaderna stiger. Det finns i dagsläget inga direkta incitament för DM att engagera sig i avfallshanteringen. Många av de problem som beskrevs i nulägesbeskrivningen grundar sig i ett bristande kunskap och ansvar för avfallet från personalen på DM, som leder till att frågor rörande hanteringen av avfall ofta bortprioriteras. Det är få som ser värdet i att ha en hållbar och effektiv avfallshantering, det orsakar i sin tur att mycket av det huvudsakliga arbetet kring hanteringen av spillvatten och restemulsion läggs på by 218 när det egentligen borde vara ett delat ansvar mellan de två verksamheterna. I nuläget behövs det bättre kommunikation och samarbete mellan DM och by 218 för att det ska kunna ske en förändring kring avfallshanteringen.

De problem som uppdagades under kartläggningen skulle även kunna ses som en konsekvens av ett större organisatoriskt problem på DM och Scania som helhet. Som i sin tur skulle kunna kopplas till den mängd spillvatten och restemulsion som skickas för extern hantering årligen från DM. De organisatoriska faktorerna som är en bidragande orsak till den hanteringsproblematik som råder idag kan sammanfattas till:

- Bristande kommunikation och samarbete mellan DM och by 218.
- Otydliga ansvarsområden mellan DM och by 218.
- Kunskapsbrist och bristande prioritering av en fungerande avfallshantering.
- Få riktlinjer är väl implementerade i det dagliga arbetet ute på produktionen.
- Avsaknad av tydlig och strukturerad arbetsgång för hanteringen av avfall på DM.

För att DM ska lyckas nå sina avfallsmål och i slutändan minska mängden avfall som skickas externt krävs en förändring och förbättring av avfallshanteringen. Ett lösningsförslag som har potential att förbättra hanteringsprocessen och reducera mängden spillvatten och

restemulsion som skickas för extern hantering på DM är:

- Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt

För att konkretisera vad som menas med följande lösningsförslag har en åtgärdsplan utformats för DM. Förhoppningen är att dessa åtgärder kan komma att generera en effektivisering och förbättring i DM:s avfallshantering för spillvatten och restemulsion som i sin tur kommer medföra en reduktion av mängden avfall som måste hanteras externt. Åtgärdsplanen är uppdelad i punktform utan inbördes ordning:

- Upprätta styrdokument och policy för hantering av spillvatten och restemulsion som är väl implementerade i det dagliga arbetet.
- Öka kunskapen om hantering av spillvatten och restemulsion på DM genom årliga internutbildningar för att höja kunskapsnivån.
- Utnämna en person på vardera produktionsavdelning som är ansvarig för allt avfall med en kontinuerlig dialog med by 218.
- Förbättra samarbetet och kommunikationen mellan by 218 och DM genom regelbundna möten och en kontinuerlig dialog.
- Skapa aviseringssystem alternativt flödesscheman för tömning av spillvatten och restemulsion för att by 218 ska kunna planera sin verksamhet.

För att underbygga resonemanget ovan har två olika fall formulerats vad gäller hanteringen av spillvatten och restemulsion. Syftet är att visa på den positiva effekten i form ekonomisk lönsamhet och reduktion av externa hanteringar som potentiellt skulle kunna ske vid implementering av ovannämnda metod. I och med att statistiken för hantering av spillvatten och restemulsion är baserad på data från år 2017 och 2018, utgår även beräkningarna för följande fall nedan från den statistiken. Det är svårt att avgöra hur mycket av avfallet som kan förhindras att hanteras externt om DM skulle effektivisera och utveckla sina processer och arbetssätt gällande hanteringen för spillvatten och restemulsion. Utifrån dagens verksamhet och den förbättringspotential som har synliggjorts under kartläggningen har två tänkbara fall formulerats för att visa på den potentiella effekten av att implementera ovannämnda åtgärder i verksamheten:

Fall 1: Vid implementering av åtgärdsplanen ovan kommer det att ske en minskning på 40 % av mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt idag.

Fall 2: Vid implementering av åtgärdsplanen ovan kommer det att ske en minskning på 80 % av mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt idag.

11.2 Investering i buffertanläggning

Idag finns det två buffertsystem på Scania's interna avfallsanläggning by 218 med syftet att förvara spillvatten och restemulsion när filtreringsanläggningen inte har kapacitet att behandla allt avfall som kommer in till dem. Trots dessa befintliga bufferttankar har

by 218 ändå inte kapacitet att ta emot allt avfall som skickas från DM och de andra avdelningarna på Scania. De buffertsystem som finns idag är mindre än den totala mängd spillvatten och restemulsion som bildas på DM i genomsnitt per månad. Det innebär att det inte finns någon marginal för att det ska kunna uppstå problem med exempelvis filtreringsanläggningen.

För att DM ska lyckas nå sina avfallsmål krävs att en större mängd spillvatten och restemulsion behandlas internt på by 218 jämfört med vad som görs idag. Ett lösningsförslag som har potential att reducerar mängden avfall som skickas för extern hantering från DM är:

- Investering i buffertanläggning för DM:s spillvatten och restemulsion

Att investera i en extra buffertanläggning för avfallet som bildas på DM skulle skapa goda förutsättningar för att lyckas minska mängden avfall som idag skickas för extern hantering. Syftet med buffertanläggningen är att DM ska ha möjlighet att förvara spillvatten och restemulsion när det inte finns kapacitet på by 218 att ta hand om det, för att undvika att avfallet skickas externt. Avfallet kan sedan successivt skickas från DM:s bufferttank till by 218 när de har kapacitet att ta emot avfall igen. Figur 26 i nulägesbeskrivningen visar att under år 2018 skickades ungefär 2 kg/motor spillvatten och restemulsion externt, vilket motsvarar totalt 178 m³. I genomsnitt motsvarar det ungefär 15 m³ externt i månaden. Vid investering i en bufferttank på 30 m³, vilket motsvarar storleken av ett av de befintliga systemen, hade det i praktiken varit möjligt för DM att helt och hållet undvika att skicka avfallet för extern hantering.

Investering i en buffertanläggning för DM:s avfall skulle kunna motverka nuvarande toppar och dalar som råder på by 218 vad gäller avfallsflödet. Under de perioder när samtliga produktionsenheter och avdelningar behöver tömma sitt avfall kan DM istället tömma mycket av sitt avfall i deras egna bufferttank för att avlasta by 218. Bufferttanken skapar goda förutsättningar att lyckas jämna ut avfallsflödet från DM till by 218. De positiva effekter som investering i en buffertanläggning kan medföra är sammanfattningsvis:

- Minskad mängd spillvatten och restemulsion som skickas för extern hantering.
- Reducerade kostnader för extern hantering.
- Möjlighet att reglera mängden avfall som skickas till by 218.
- Möjlighet att styra över när avfallet skickas till by 218 utifrån den tillgängliga kapaciteten.
- Skapar bättre förutsättningar för ett utjämnat flöde av avfallet, vilket minskar risken för toppar och dalar i avfallsflödet.

Bufferttanken kan antingen placeras i anslutning till DM:s verksamhet eller på Scantias interna avfallsanläggning tillsammans med de andra två bufferttankarna. En djupare analys av vilken placering som är mest lämpad för bufferttanken kommer inte behandlas i följande rapport, eftersom det krävs en mer ingående studie för att det ska kunna diskuteras.

För att underbygga ovanstående resonemang kommer den potentiella effekten av att investera i en bufferttank på 30 m³ att undersökas. Syftet är att med hjälp av data för de externa hanteringarna av spillvatten och restemulsion under år 2017 och år 2018, visa på den mängd avfall och kostnad som potentiellt skulle kunna sparas in om DM investerade i en bufferttank. Vid investering i en bufferttank på 30 m³ för DM:s spillvatten och restemulsion görs ett antagande att varje månad kan 30 m³ avfall förvaras i bufferttanken istället för att hanteras externt. Det förutsätter att det sker en kontinuerlig tömning av avfallet från bufferttanken till by 218, för att säkerställa att bufferttanken alltid har kapacitet för att lagra 30 m³ spillvatten och restemulsion i genomsnitt per månad.

12 RESULTAT

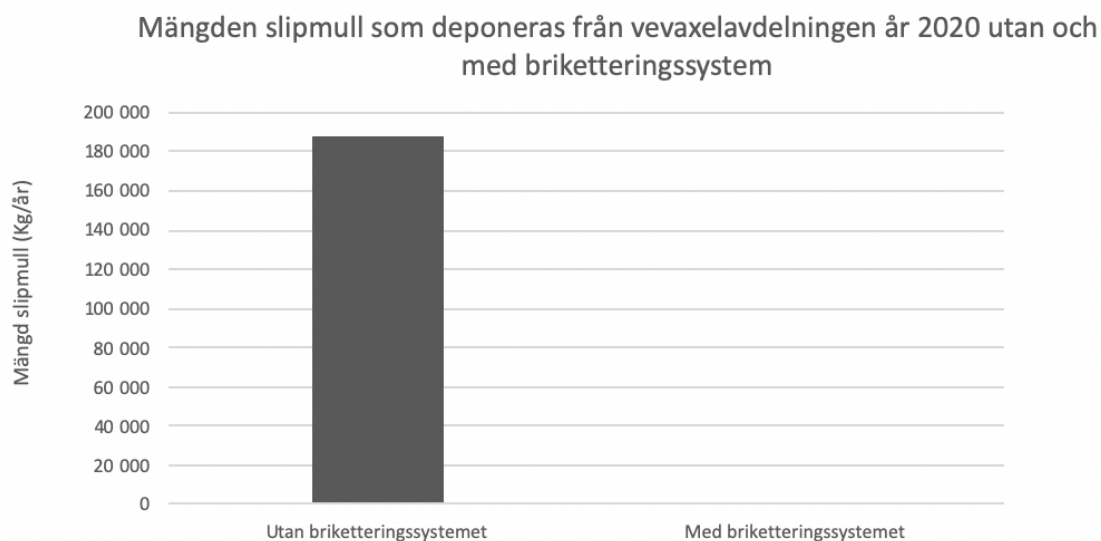
Följande kapitel presenterar resultatet för hantering och reducering av slipmull, restemulsion och spillvatten. Resultatdelen är uppdelad i tre olika avsnitt där vardera avfallstyp behandlas i vardera avsnitt.

12.1 Reducering samt hantering av slipmull

I detta avsnitt presenteras resultatet för arbetet med reducering samt hantering av slipmullen. Resultatet avser dels nyckeltalen som presenteras i avsnitt 3.1.4, och utgör bedömningen av den föreslagna tekniken, och dels en energibesparing som effekt av den föreslagna åtgärden. Diskussion och reflektion kring resultatet som presenteras i detta avsnitt presenteras senare under avsnitt 15.1.

12.1.1 Avfallsreducering

Avfallsreduceringen utgör en väsentlig parameter i resultatet för första frågeställningen i examensarbetet och bedömningen av brikettering och återförande av restemulsion som åtgärd. Diagrammet nedan visar effekten av brikettering och återförande av restemulsion i form av reducering av mängden slipmull som hamnar på deponi från vevaxelavdelningen år 2020. Diagrammet visar även mängden slipmull som deponeras baserat på det befintliga systemet, där inget briketteringssystem finns.



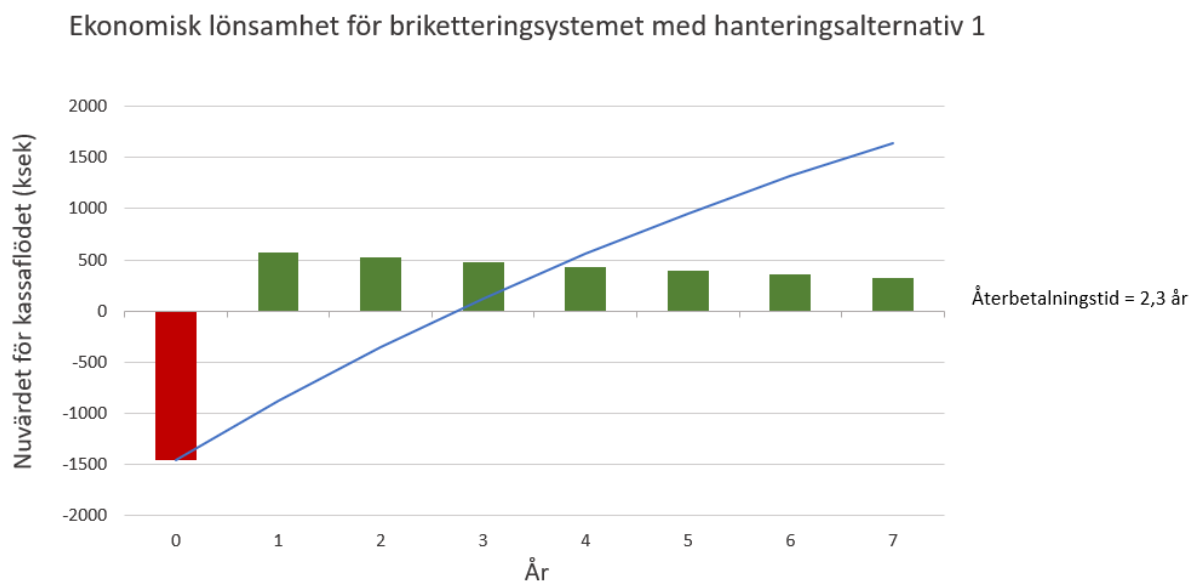
Figur 35: Mängden slipmull som deponeras från vevaxelavdelningen under året 2020 vid två olika fall. Ena fallet är representativt för det befintliga systemet, där ingen brikettering sker. Andra fallet presenterar mängden slipmull som deponeras vid installation av det föreslagna briketteringssystemet.

Som figur 35 visar, kommer 187,8 ton slipmull att deponeras från vevaxelavdelningen år 2020 om ingen ändring av det befintliga systemet sker. Denna mängd baseras på

kvantifieringen av slipmull under avsnitt 3.1.3.1. Vid brikettering och återförande av restemulsion kommer allt slipmull att omvandlas till briketter som inte deponeras, därav blir mängden slipmull på deponi 0. Detta innebär en maximal reduceringsgrad av slipmullen på vevaxelavdelningen. Den maximala reduceringsgraden uppnås då briketteringssystemet dimensioneras på så sätt att slipmull från de enskilda emulsionssystemen matas manuellt till brikettpressen.

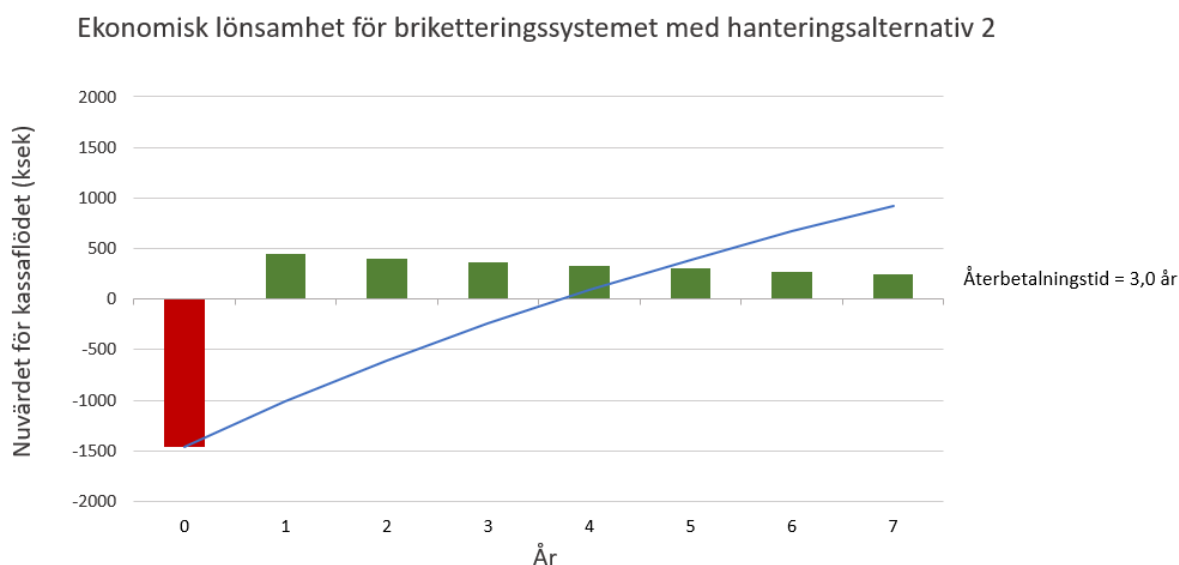
12.1.2 Ekonomisk lönsamhet

Resultatet för den ekonomiska lönsamheten avser andra frågeställningen i arbetet, och utgör bedömningen av den föreslagna åtgärdens kostnadseffektivitet. Nedan presenteras den ekonomiska lönsamheten, i form av återbetalningstiden, för tre olika scenarion för hanteringen av slipmullbriketterna, vilka framgår i avsnitt 11.2.2.



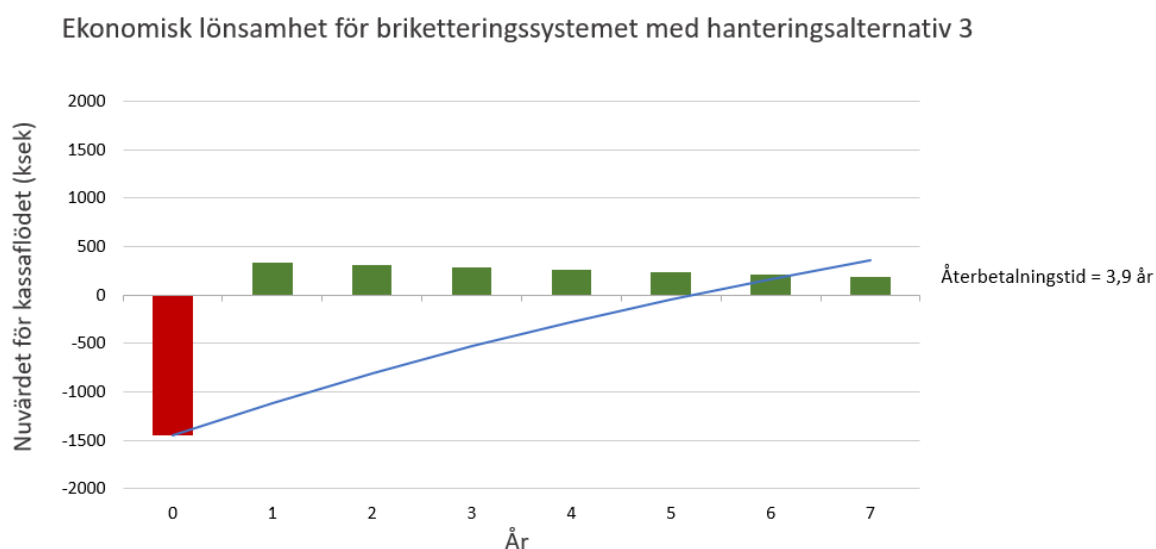
Figur 36: Ekonomiska lönsamheten för det föreslagna briketteringssystemet med förutsättningen att återvinningen av slipmullbriketterna sker på DM:s gjuteri.

Enligt figur 36 krävs det 2,3 år innan investeringen i det föreslagna briketteringssystemet genererar ett positivt ekonomiskt resultat. Dock erhålls ett positivt kassaflöde redan första året efter investeringen, vilket betyder att briketteringssystem genererar större intäkter än dess kostnader i jämförelse med det befintliga systemet.



Figur 37: Ekonomiska lönsamheten för det föreslagna briketteringssystemet med antagandet att slipmullbriketterna inte kan hanteras på DM:s gjuteri och istället säljs till externa aktörer.

I figur 37 presenteras återbetalningstiden 3 år för det andra hanteringsalternativt, vilket innebär att detta alternativ är mindre lönsamt i jämförelse med hanteringsalternativ 1. Detta beror på att intäkten som genereras vid försäljning av briketterna inte är lika stor som besparingen som uppnås när tackjärnet ersätts av stålet i briketterna. Detta illustreras även i det årliga kassaflödet för dessa alternativ, vilket presenteras av de gröna staplarna i figurerna.



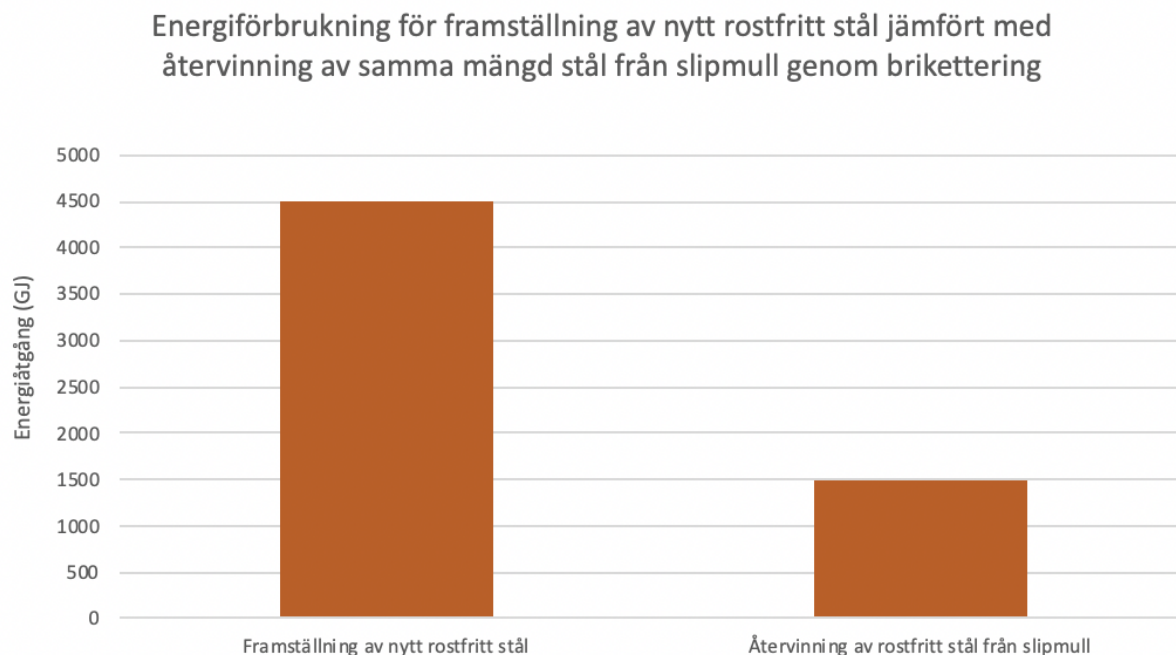
Figur 38: Ekonomiska lönsamheten för det tredje hanteringsalternativt, som handlar om skänkning av slipmullbriketterna till externa aktörer som sköter hanteringen av dessa.

Den ekonomiska lönsamheten för det tredje hanteringsalternativt presenteras i figur 38, där

en återbetalningstid på 3,9 år erhålls. Detta hanteringsalternativ är det minst lönsamma alternativet, vilket beror på att ingen intäkt genereras från slipmullbriketterna.

12.1.3 Energibesparing

I diagrammet nedan jämförs energiförbrukningen för framställning av rostfritt stål från nya råämnen mot energiförbrukningen för återvinningen av samma mängd stål som ingår i slipmullbriketterna. Mängden rostfritt stål i fråga är 57,8 ton, vilket motsvarar samma mängd som elimineras vid slipningen av vevaxlarna på vevaxelavdelningen på ett år. Denna mängd erhöles vid kvantifieringen av slipmullen på vevaxelavdelningen år 2020, se avsnitt 3.1.3.1.



Figur 39: Illustration av energibesparingen som kan uppnås genom återvinning av det rostfria stålet i slipmullbriketterna. I jämförelse anges energiförbrukningen för framställning av samma mängd rostfritt stål från nya råämnen (Jeremiah m. fl., 2007).

Från figur 39 kan det konstateras att återvinningen av det rostfria stålet i slipmullen är en mindre energikrävande process jämfört med framställningen av stål från nya råämnen. Denna energibesparing uppgår till 3058 GJ årligen. Som det nämns tidigare, utgör denna energibesparing en yttre effekt av brikettering och återförande av restemulsionen som åtgärd. Därmed beaktas inte energibesparingen som parameter i Scantias bedömning av den föreslagna åtgärden.

12.2 Reducering av spillvatten

I följande avsnitt presenteras resultatet för de framtagna lösningsförslagen tillsammans med de tidigare formulerade scenarierna för reduktion av spillvatten på DM. Resultatet utgör både ekonomiska besparingar och miljömässiga besparingar i form av minskad konsumtion

av bland annat tvättvatten. Därefter följs en analysdel som består av en mer ingående granskning av resultatet kopplat till rapportens undersökningsområden.

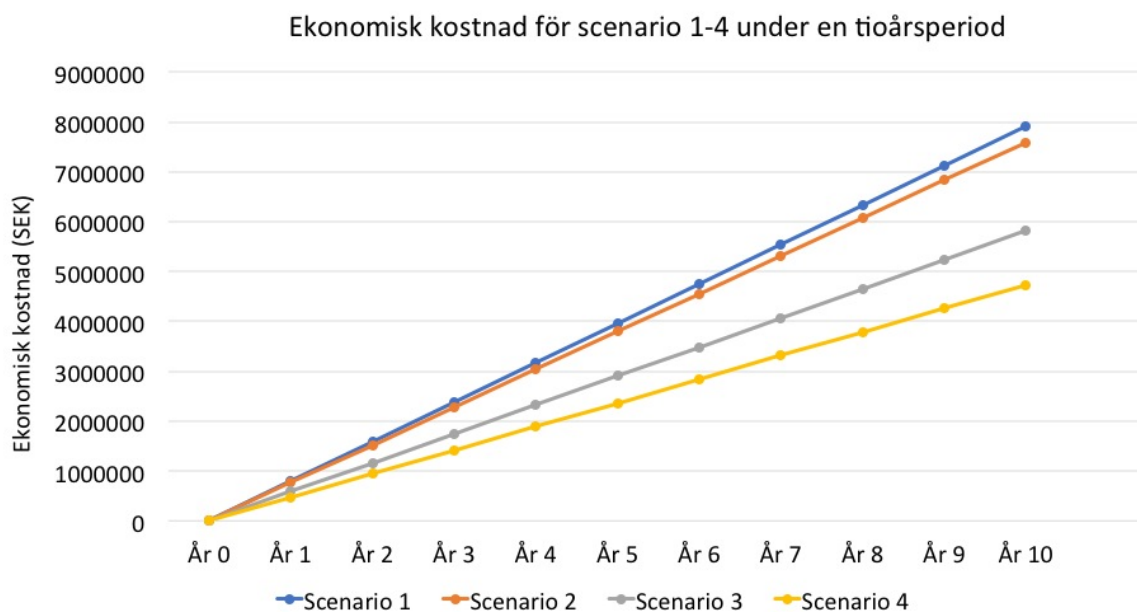
12.2.1 Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna

Den årliga kostnaden för respektive scenario som formulerades för det första lösningsförslaget i avsnitt 9.1.1 visas i tabell 4. Scenario 1 representerar nuläget, vattenbyte i mellantvätten fyra gånger per år och vattenbyte i sluttvätten varannan vecka. Det scenariot har högst årlig kostnad på 791 166 SEK för vattenbyte i både mellan- och sluttvätten. I och med att scenariot motsvarar nulägesituationen på DMAEB finns det ingen tilläggskostnad för en anställd som arbetar 33 % med tvättmaskinerna, och det kan ses som ett referensvärde för resterande scenarier. En anställd som arbetar 33 % med tvättmaskinerna antas ha en månadslön på 33 000 SEK, med inräknade arbetsavgifter och försäkringskostnader blir den årliga kostnaden för en anställd som arbetar 33 % 184 492 SEK (Verksamhet.se, 2019). Scenario 4 är det fall som erhåller den lägsta årliga kostnad på 472 907 SEK för DMAEB. Kostnaden är betydligt lägre än för Scenario 1 eftersom detta scenario innebär vattenbyte i mellantvätten två gånger per år och vattenbyte i sluttvätten var sjätte vecka.

Tabell 4: Den årliga kostnaden för vardera scenario för mellan- och sluttvätten på produktionsavdelningen DMAEB.

Årlig kostnad (SEK)	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Tvättmedel	148 590	114 990	74 295	57 495
Vatten	7200	5600	4800	4000
Rengöring	414 176	295 840	207 088	147 920
Transport + Behandling	221 120	158 000	110 600	79 000
Anställd 33 %	0	184 492	184 492	184 492
Total kostnad	791 166	758 922	581 275	472 907

Figur 40 representerar den ekonomiska kostnaden för de fyra olika scenarierna under en tioårsperiod. I figuren blir de olika scenariernas ekonomiska fördelaktighet för DMAEB allt tydligare. Redan under det första året har kostnaden för att anställa en person på 33 % tjänats in när endast vattenbytet för sluttvätten förskjutits en vecka som i scenario 2. Kostnaden som DMAEB behöver betala i nuläget (scenario 1) under en tioårsperiod är betydligt högre jämfört med kostnaden som DMAEB skulle behöva betala för Scenario 4 under en tioårsperiod, vilket figur 40 visar.



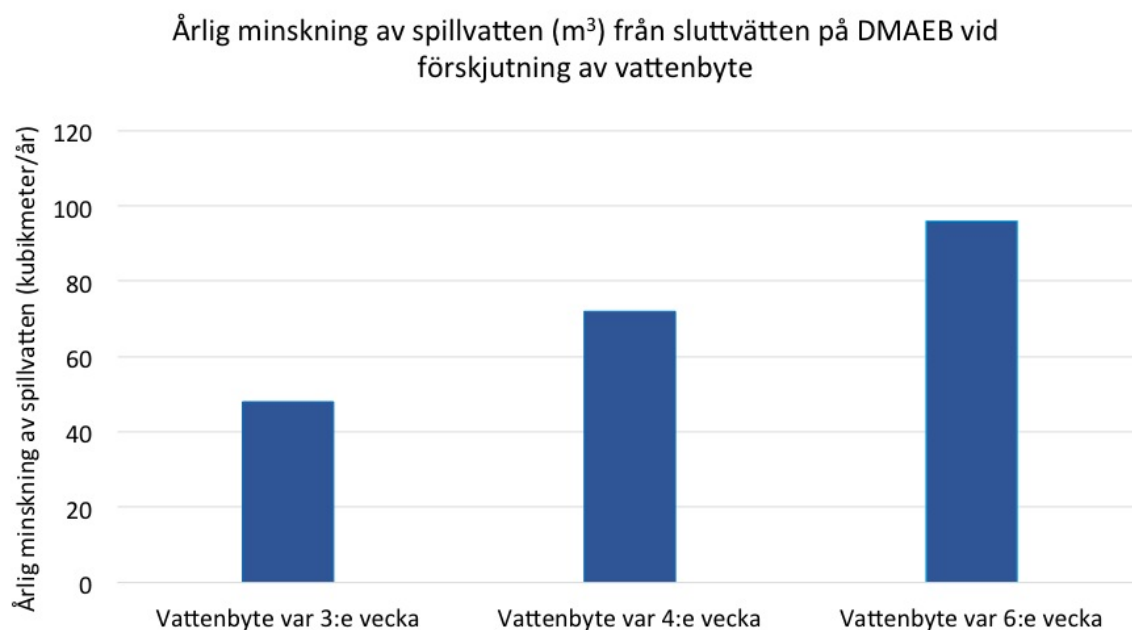
Figur 40: Den ekonomiska kostnaden för scenario 1 till scenario 4 under en tioårsperiod. Scenario 1 kan ses som ett referensvärde då det speglar nuvarande kostnader för vattenbytena i mellan- och sluttvätten på DMAEB.

Kostnadsskillanden för de olika scenarierna blir tydligare i tabell 5. Den visar att redan vid första året sparar DMAEB in pengar vid investering av någon av de fyra scenarierna. Trots att scenario 2 endast innefattar en veckas uppskjutning av vattenbyte i sluttvätten samt medför en personalkostnad på nästan 185 000 SEK skulle det kosta DMAEB 32 244 SEK mindre redan det första året om scenario 2 implementerades.

Tabell 5: Den ekonomiska besparingen under första året och efter tio år mellan scenario 1 och de andra tre scenarierna.

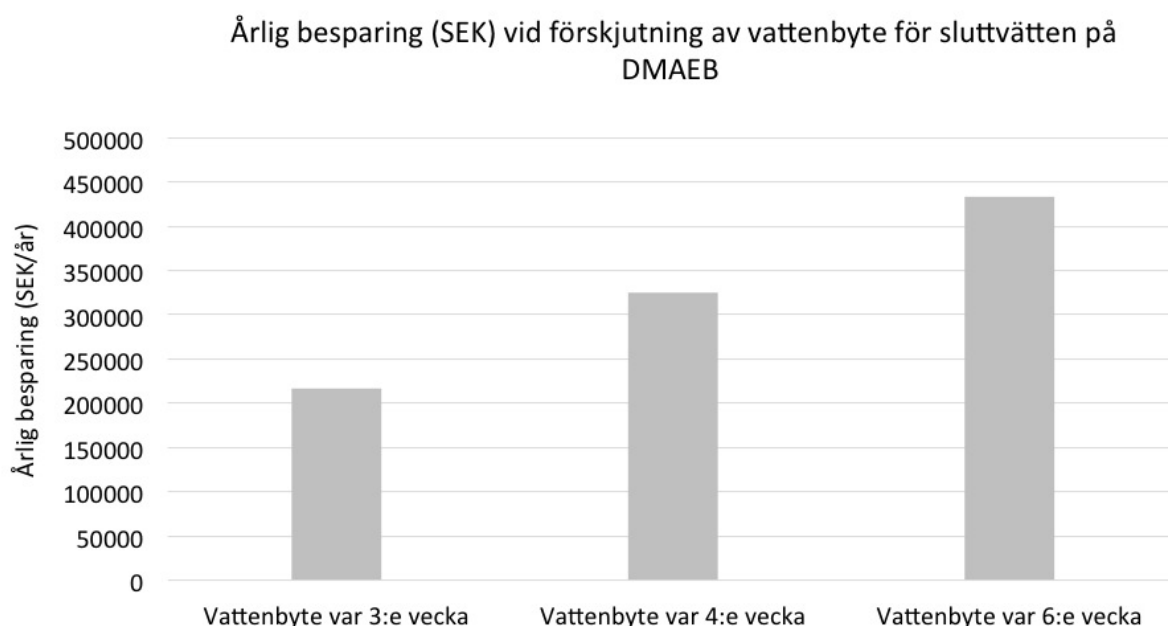
Ekonomisk besparing för scenario 1-4 (SEK)	År 1	År 10
Scenario 1-2	32 244	322 440
Scenario 1-3	209 891	2 098 909
Scenario 1-4	318 360	3 182 590

Förutom de ekonomiska besparingar som kan erhållas vid minskning av antalet vattenbyten per år, innebär det också en stor reducering av mängden spillvatten som måste hanteras årligen. I figur 41 visas den årliga reduceringen av spillvatten från sluttvätten på DMAEB vid förskjutning av vattenbyte. Skulle sluttvätten endast förskjuta vattenbytet med en vecka (från varannan vecka som vattnet byts idag till var tredje vecka) hade det inneburit en reducering av mängden spillvatten med 48 m³ (48 000 kg) årligen. Vattenbyte i sluttvätten var sjätte vecka skulle ge en minskning av mängden spillvatten med hela 96 m³ (96 000 kg) för DMAEB.



Figur 41: Mängden (kubikmeter) spillvatten som kan reduceras årligen från sluttvatten på DMAEB vid förskjutning av vattenbyte.

Figur 42 visar på de ekonomiska besparingar som kan erhållas när endast vattenbytena för sluttvatten skjuts upp och vattenbytena för mellantvatten hålls oförändrade (scenario 1). Att endast skjuta upp vattenbytet för sluttvatten en vecka medför att antalet vattenbyten minskar från 24 gånger per år till 16 gånger per år. I och med att varje vattenbyte i sluttvatten kostar ungefär 27 000 SEK ger åtta färre vattenbyten per år en ekonomisk besparing på ungefär 216 000 SEK per år.



Figur 42: Den totala ekonomiska besparingen som kan erhållas när endast vattenbytet i sluttvätten på DMAEB förskjuts. Antal vattenbyten för mellantvätten hålls konstant till fyra gånger per år (nuläget).

12.2.2 Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar

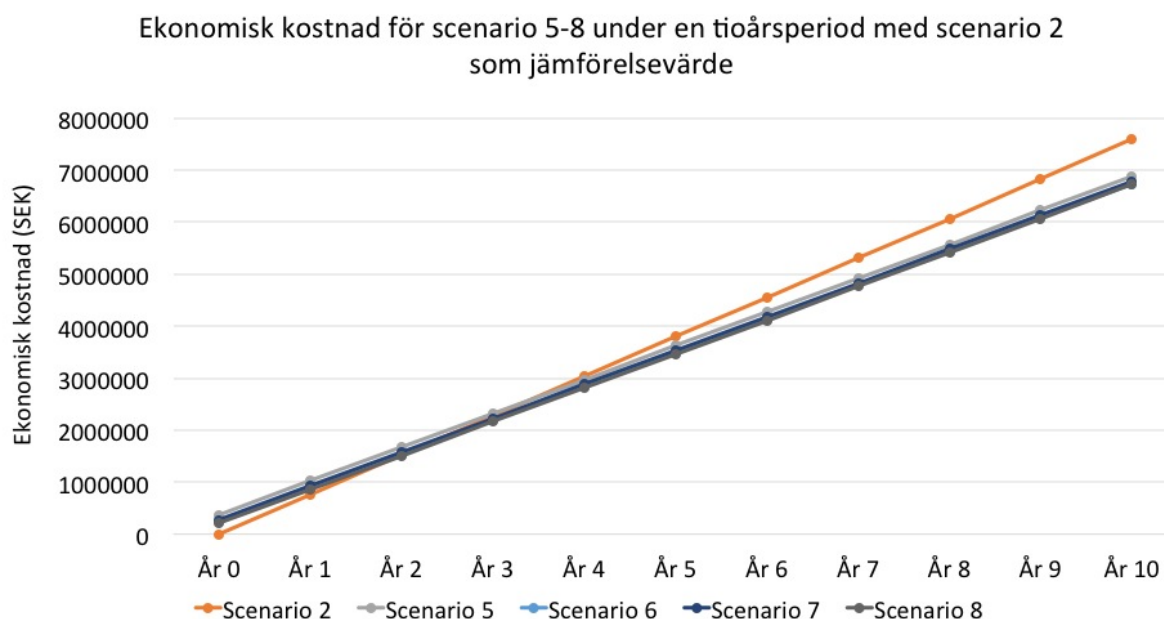
Kostnaden under det första året för respektive scenario som formulerades för det andra lösningsförslaget i avsnitt 9.2.6 visas i tabell 6. I tabellen ges engångskostnaden för vardera produkt (installation ingår i priset), den årliga kostnaden för en anställd på 33 % samt totala årliga kostnaden för vattenbyte i mellan- och sluttvätt på DMAEB. För samtliga scenarier byts vattnet i mellantvätten fyra gånger per år och sluttvätten töms var fjärde vecka. På grund av att produkt A är den mest kostsamma av dem alla kommer den totala kostnaden för scenario 5 vara högst, lite mer än 1 miljon SEK. Medan produkt D är den billigaste av dem, dryga 860 000 SEK, vilket medför att scenario 8 är det fall som är minst kostsamt.

Tabell 6: Totala kostnaden för vardera scenario för mellan- och sluttvätten på DMAEB.

Kostnader (SEK)	Scenario 5	Scenario 6	Scenario 7	Scenario 8
Produkt A	368 991	0	0	0
Produkt B	0	235 373	0	0
Produkt C	0	0	275 516	0
Produkt D	0	0	0	212 510
Anställd 33 %	184492	184492	184492	184492
Vattenbyte	466 062	466 062	466 062	466 062
Total kostnad (SEK)	1 019 545	885 927	926 070	863 064

Figur 43 visar den ekonomiska kostnaden för scenario 5 till scenario 8 under en tioårsperiod, tillsammans med scenario 2 som används som ett jämförelsevärde. Det kan ses att samtliga

produkter med tillhörande scenario kommer ha en total kostnad som uppgår till nästan 7 miljoner SEK efter tio år. Medan den totala kostnaden för scenario 2 kostar närmare 8 miljoner SEK efter tio år, vilket blir en kostnadsskillnad på nästan 1 miljon SEK.



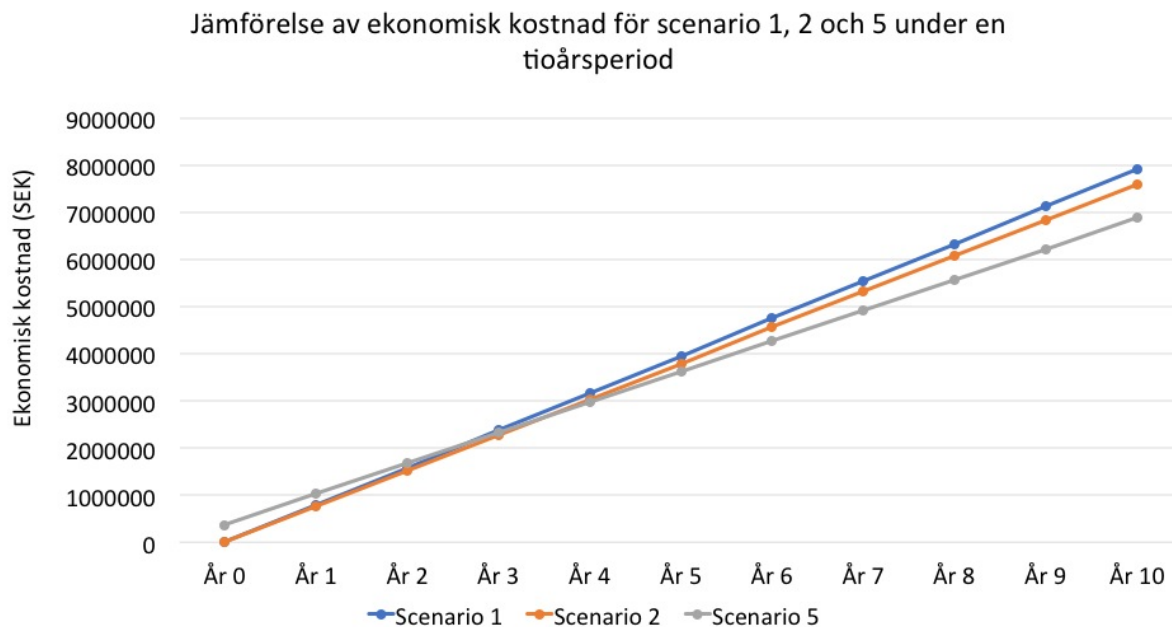
Figur 43: Den ekonomiska kostnaden för scenario 5 till scenario 8 under en tioårsperiod tillsammans med scenario 2 från första lösningsförslaget som jämförelsevärde.

I figur 43 kan det även tydas att scenarierna för de olika produkterna skär linjen för scenario 2 vid olika tidpunkter. Skärningspunkten motsvarar den tidpunkt där kostnaden för scenarierna är den samma som för scenario 2. De två första åren är den totala kostnaden för scenario 2 lägre än samtliga scenarier för produkterna. Efter lite mer än 2,5 år skär linjen för scenario 8 linjen för scenario 2, vilket medför att det är vid den tidpunkten som scenario 2 går om scenario 8 i total kostnad. I tabell 7 erhålls mer exakta tidpunkter för när scenario 2 blir mer kostsamt. För scenario 5 som är baserat på den dyraste produkten tar det ungefär tre år innan det alternativet blir lönsamt jämförelse med scenario 2. I tabell 7 har även återbetalningstiden för vardera produkt inkluderats. Det är tiden det tar för investeringen (produkten) att betala tillbaka sig själv. På grund av att samtliga produkter har lika stor återbetalning (kostnaden för att skjuta upp vattenbytet i sluttvätten på DMAEB fyra veckor) kommer den produkt som kostar minst givetvis ha lägst återbetalningstid, vilket kan se i tabell 7 för produkt A som har en återbetalningstid på ungefär ett år.

Tabell 7: Återbetalningstiden för respektive produkt. Tabellen visar även tiden det tar för vardera scenario att bli lönsamt i jämförelse med scenario 2 som används som ett jämförelsevärde.

Scenarier	Återbetalningstid (ÅR)
Scenario 5	3,13
Scenario 6	2,75
Scenario 7	2,85
Scenario 8	2,65
Produkter	
Produkt A	1,13
Produkt B	0,72
Produkt C	0,85
Produkt D	0,65

En jämförelse av den ekonomiska kostnaden för scenario 1, 2 och 5 under en tioårsperiod kan ses i figur 44. Scenario 5 har den största totala kostnaden de tre första åren (linjen skär de två andra linjerna lite efter tre år) därefter blir både scenario 1 och scenario 2 mer kostsamt. Däremot skär aldrig linjen för scenario 1 linjen för scenario 2 eftersom totalkostnaden alltid är lite högre. Efter en tioårsperiod är det scenario 2 som har kostat DMAEB mest pengar, närmare 8 miljoner SEK följt av scenario 2 som har kostat lite mer än 7,5 miljoner SEK. Scenario 5 uppkommer till ungefär 6,9 miljoner SEK efter en tioårsperiod. Den kostnadsmässiga skillnaden mellan scenario 1 och scenario 2 är 322 440 SEK och för för scenario 5 är det en skillnad på lite mer än 1 miljon SEK.



Figur 44: Den ekonomiska kostnaden för scenario 1, 2 och 5 under en tioårsperiod.

12.2.3 Analys av resultat

De två lösningsförslag som har bearbetas fram för att reducera mängden spillvatten från tvättmaskinerna på DM är sammankopplade, det vill säga att det ena inte utesluter det andra förslaget. Det första lösningsförslaget är att investera i personal vars uppgift är att sköta om och kontrollera tvättmaskinerna för att reducera antalet vattenbyten per år. Ett stort humankapital är viktigt för att kunna effektivisera och förbättra en verksamhet, det samma gäller även tvättmaskinerna på DM. Tvättmaskinerna kräver kompetent personal för att kunna fungera optimalt, en tillsättning av personal ger goda förutsättningar för att så ska ske. När ansvariga för tvättmaskinerna är anställda i verksamheten blir nästa steg för att förbättra renhet och minska mängden spillvatten att investera i mät- och övervakningssystem till tvättmaskinerna. De båda lösningsförslagen är genomförbara ur ett ekonomiskt perspektiv och inget av lösningsförslagen kräver förändringar för produktionen på DM.

”Poor quality cost” är ett begrepp som nämndes i teoridelen och kan sammanfattas med kostnader som är kopplade till dålig kvalitet. Investeringar i personal och mät- och övervakningssystem är konkreta åtgärder för att DM ska minska kostnader relaterat till dålig kvalitet. De interna kostnaderna kommer minska genom att fler komponenter kommer att uppnå renhetskraven. Bedömningskostnaderna kommer i sin tur att minska på grund av färre vattenbyten. De föreslagna åtgärderna kommer att medföra kostnadsbesparingar för DM, samt göra att tvättmaskinerna kommer att fungera mera effektivt.

Lösningsförslagen skapar möjligheter att reducera mängden spillvatten vilket i sin tur kommer bidra till att mängden avfall som skickas till by 218 kommer att minska. Det kommer medföra att DM har bättre möjligheter att uppnå de uppsatta målen, att hantera allt spillvatten och restemulsion internt.

12.2.3.1 Investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna

Utifrån nulägesbeskrivningen för reduktion av spillvatten på DM kunde det konstateras att sluttvatten på DM var de som stod för den största andelen spillvatten per år. En mer ingående granskning av sluttvatten på DMAEB, tillsammans med en mer generell undersökning av resterande tvättmaskinerna på DM gav vetskap om en stor förbättringspotential vad gäller skötsel och kontroll av rengöringsprocesserna. En av de åtgärder som ansågs ha potential att minska mängden spillvatten från tvättmaskiner på DM var investering i personal för daglig skötsel av tvättmaskinerna.

Vid investering i personal för skötsel och kontroll av tvättmaskinerna borde DM successivt kunna minska antalet vattenbyten med tiden. Den ekonomiska kostnaden för de fyra olika scenarier för en tioårsperiod är representerade i figur 40, där det blir tydligt att en investering i personal blir lönsamt redan det första året i jämförelse med nuläget i scenario 1. Den ekonomiska besparingen mellan dessa två scenarier blir för DMAEB 32 244 SEK det första året. Eftersom kostnaderna för rengöring och behandling (ISAB) per vattenbyte är höga blir kostnadsskillnaden för att minska antalet vattenbyten i sluttvatten från 24 gånger per år till 16 gånger per år betydande även om det har tillkommit en personalkostnad. Det ger indikation om att en investering i personal som hanterar tvättmaskinerna kan ge

positiva ekonomiska besparingar för DM. Om denna minskning av antalet vattenbyten skedde för samtliga sluttvättar på DM skulle de ge en stor ekonomisk besparing.

Att investera i personal för tvättmaskiner skulle potentiellt kunna ge stora reduceringar av mängden spillvatten. Att endast skjuta upp vattenbytet i sluttvätten på DMAEB en vecka ger en minskning på 48 m³ och två veckors uppskjutning skulle ge en minskning på 96 m³. Det skulle innebära 8 till 16 färre hanteringar för by 218 per år. Vilket är mycket då det enbart är från sluttvätten på DMAEB. Det ska poängteras att följande reducerade mängder spillvatten endast inträffar om kvalitén i sluttvätten på DMAEB förbättras. Om samtliga sluttvättar på DM halverade antalet vattenbyten per år med hjälp av en investering i personal skulle mängden spillvatten reduceras avsevärt med tanke på att det finns totalt 27 tvättmaskiner på DM. Eftersom DM är den enhet som står för den största mängden avfall på Scania skulle denna investering kunna möjliggöra att de kommer närmare sitt avfallsmål att reducera den totala mängden icke återvunnet avfall på Scania med 25 %. Om mängden spillvatten reduceras innebär det även större möjligheter till att by 218 skulle kunna hantera allt avfall internt. En minskad mängd spillvatten från samtliga sluttvättar på DM med ovanstående mängd skulle vara ett stort steg i rätt riktning för DM att uppnå sitt avfallsmål. Investering i personal för skötsel av tvättmaskinerna på DM visar därmed på stor potential att lyckas reducera mängden spillvatten.

12.2.3.2 Investering i mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar

Det andra lösningsförslaget som ytterligare kan reducera mängden spillvatten från DM:s sluttvättmaskiner är investering i mät- och övervakningssystem på DM:s sluttvättar. I avsnitt 9.2 för föreslagna åtgärder gavs en beskrivning av fyra mät- och övervakningssystem som ansågs lämpliga att installeras på DM:s sluttvättar i syfte att ytterligare förbättra tvättvattnets kvalitet och därmed minska antalet vattenbyten. Analysen syftar till att diskutera vilken av de fyra produkterna som anses bäst lämpade för DM utifrån ett kostnadsperspektiv, kartläggningen av tvättmaskinerna samt den bakgrund som ges i teoridelen. Vad gäller scenarierna för de olika produkternas förmåga att minska antalet vattenbyten för sluttvätten är resultatet det samma. Det krävs en noggrannare utredning och analys för att kunna ge ett utförligt resonemang om vilken produkt som kommer ha bäst effekt avseende vattenreducering.

Vad gäller kostnaderna för de olika produkterna är produkt A den dyraste och produkt D den billigaste, vilket även gäller totalkostnaden för det första året, se tabell 6. Eftersom produkt D är den billigaste av dem alla, har den också den kortaste återbetalningstiden på 2,65 år. Med antagandet att vattenbytena för sluttvätten borde kunna skjutas upp minst en vecka jämfört med scenario 2 vid installation av någon av produkterna, skulle det medföra en totalkostnad på runt 7 miljoner SEK för samtliga scenarier 5-8. Jämförs den kostnaden med scenario 2 som figur 43 visar, skulle det medföra en kostnadsskillnad på närmare 1 miljon SEK. Eftersom ett vattenbyte i sluttvätten kostar DMAEB 27 000 SEK per gång, sparas kostnaden för produkterna snabbt in när antalet tömningar av sluttvätten reduceras från var tredje vecka till var fjärde vecka. Skulle produkten som installeras möjliggöra att tvättvattnet kan användas ytterligare en eller två veckor blir både den insparade kostnaden större och den reducerade mängden spillvatten högre. Det ska poängteras att följande insparade kostnader och mängden reducerad spillvatten gäller

endast för en produktionsavdelning. Om DM installerade ett mät- och övervakningssystem på samtliga sluttvättar för att kontrollera och förbättra kvalitén på tvättvattnet skulle det både ge en stor ekonomisk lönsamhet, men framförst skulle mängden spillvatten reduceras avsevärt.

Investering i mät- och övervakningssystem

Utifrån de problem som beskrivits i nulägesbeskrivningen gällande sluttvättarna på DM och mer specifikt DMAEB görs en analys nedan av vilka produkter som är bäst lämpade att åtgärda DM:s problem och även förbättra kvalitén på tvättvattnet.

Som tidigare beskrivits i rapporten, är för höga halter olja i tvättvattnet ett relativt vanligt problem för många av DM:s sluttvättar. Det är oftast orsakat av att oljeavskiljaren är trasig eller att den inte fungerar som den ska. Eftersom den första delen av lösningsförslaget är att investera i personal bör problemet med ej fungerande oljeavskiljare inte vara lika stort. Produkt B är avsedd att endast mäta oljekoncentrationen och därför föreligger det inget stort behov av den produkten.

En del sluttvättar på DM har ingen avsaltningssystem installerad, vilket orsakar saltavlagring i tvättmaskinen som försämrar rengöringsprocessen. Sluttvätten på DMAEB har en avsaltningssystem så för dem är behovet av att kontrollera salthalten i vattnet inte lika stort, förutsatt att den kontrolleras och sköts som den ska. Produkt A kan mäta saltkoncentrationen, samt oljekoncentrationen och mängden fasta partiklar. För de sluttvättar som är i behov av att mäta saltkoncentrationen kan denna produkt vara ett alternativ.

Mycket metallspån och fasta partiklar från bearbetningsprocessen följer med komponenterna in i tvättmaskinen. För att avlägsna fasta partiklar krävs väl fungerande filter i tvättmaskinen. Med personal som ansvarar för tvättmaskinerna kommer partikelfiltren att fungera bättre eftersom ett kontinuerligt underhåll kommer att ske. De skärpta renhetskraven för partikelkontaminering på motorkomponenterna ställer dock högre krav på att rengöringsprocesserna verkar optimalt. För att kunna garantera att komponenterna uppnår de bestämda renhetskraven bör partikelhalten i tvättvattnet kontinuerligt kontrolleras och analyseras i realtid. Fördelen med en sådan produkt och personal i kombination, är att personalen kan genomföra åtgärder snabbare och ha ett bättre underlag när de arbetar med tvättmaskinerna. De två produkter som har möjlighet att analysera partikelhalten i tvättvattnet är produkt A och produkt D.

En annan väsentlig parameter för att komponenterna ska bli tillräckligt rena är koncentrationen tvättmedel i tvättvattnet. För att rengöringsprocessen ska fungera så optimalt som möjligt krävs att koncentrationen tvättmedel är stabil under hela tvättningsprocessen. Som tidigare nämnt i avsnitt 4.11 i teoridelen är det vanligt att företag inklusive DM överdoserar mängden tvättmedel för att minimera risken att koncentrationen inte är för låg vilket kan medföra att komponenterna inte når renhetskraven. Produkt C säkerställer den aktuella mängden tvättmedel i tvättvattnet. DM kan med hjälp av denna produkt ha kunskap om koncentrationen tvättmedel och på så sätt undvika för höga och för låga halter tvättmedel i tvättvattnet.

Det är utifrån ovanstående resonemang som valet av mät- och övervakningssystem för tvättvattnets kvalitet väljs. De produkter som enligt författaren är bäst lämpade är produkt C och D. Produkt C medför att DM kommer att reducera mängden tvättmedel som används i sluttvätten. Det kommer att medföra en kostnadsbesparing för DM likväl som positiva miljömässiga effekter. Produkten ligger även i linje med Scania's fundamentala värdering om att eliminera allt slöseri. Det bör även medföra en förutsägbarhet om komponenterna klarar renhetskraven i och med att mängden tvättmedel är stabil. En annan fördel med produkt C är att Utvecklingsavdelningen på DM, DMAU redan har den installerad på deras test-tvättmaskin.

Med produkt D får DM större vetskap om partikelhalten i tvättvattnet vilket kan möjliggöra att de i större utsträckning uppnår renhetskraven. Det skulle medföra en besparing i produktionstid, pengar och att onödiga vattenbyten kan undvikas.

12.3 Hantering av restemulsion och spillvatten

I följande avsnitt redovisas resultatet vad gäller den ekonomiska lönsamheten och reducering av extern hantering för de två lösningsförslagen för hantering av spillvatten och restemulsion på DM. Därefter följs en analysdel som består av en mer ingående granskning av resultatet kopplat till rapportens undersökningsområden.

12.3.1 Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt

För följande lösningsförslag formulerades två olika fall för att undersöka den potentiella effekten vid implementering av åtgärdsplanen i avsnitt 10.1. Det erhållna resultatet för de två fallen kan ses i tabell 8 och tabell 9. Tabell 8 representerar kostnaden och mängden spillvatten och restemulsion som skulle behövas hanteras externt vid en minskning av de externa hanteringarna med 40 % respektive 80 % under år 2017 och år 2018. Vid en reducering på 40 % skulle 4,8 kg/motor spillvatten och restemulsion behövt hanteras externt år 2017 och för år 2018 skulle motsvarande mängd vara 1,3 kg/motor. För en 80 % reducering skulle 1,6 kg/motor avfall behövt hanteras externt för år 2017 och 0,4 kg/motor för år 2018. Kostnaden för år 2017 skulle då bli 640 000 SEK för 40 % reducering och 210 000 för 80 % reducering. För år 2018 blir kostnaden 170 000 SEK vid 40 % respektive 56 250 SEK vid 80 % reducering av mängden avfall som hanteras externt.

Tabell 8: Mängden spillvatten och restemulsion i enheten m³ och kg/motor som skulle behövt hanteras externt under år 2017 och 2018 vid en reduktion på 40 % och 80 % av antalet externa hanteringar.

40 % reduktion av extern hantering	År 2017	År 2018	Enhet
Mängd avfall att hantera externt	404	107	m ³
Mängd avfall att hantera externt	4,8	1,3	kg/motor
Kostnad	640 000	170 000	SEK
80 % reduktion av extern hantering			
Mängd avfall att hantera externt	134	36	m ³
Mängd avfall som hantera externt	1,6	0,4	kg/motor
Kostnad	210 000	56 250	SEK

Den ekonomiska besparingen och reduktionen av mängden spillvatten och restemulsion som skulle ha behövt hanteras externt vid en 40 % och 80 % reduktion av externa hanteringar kan ses i tabell 9. En reduktion på 40 % ger en kostnadsskillnad på 460 000 SEK för år 2017 och 112 000 SEK för år 2018. Vid en reduktion på 80 % blir kostnadsskillnaden hela 850 000 SEK för år 2017 och uppgår den till 225 000 SEK. Vid en 40 % minskning av de externa hanteringarna skulle 3,2 kg/motor hanterats internt på by 218 år 2017, vilket motsvarar en minskning på 270 m³ av avfallet som skulle hanteras externt de åren. För år 2018 skulle 0,48 kg/motor mer spillvatten och restemulsion hanterats internt, vilket motsvarar 71 m³ mindre avfall som hade hanterats externt. Vid en 80 % minskning skulle 6,5 kg/motor mindre spillvatten och restemulsion hanterats externt år 2017, vilket motsvarar 540 m³. För år 2018 skulle det ha inneburit en reduktion på 1,7 kg/motor avfall som hanterades externt, vilket motsvarar 142 m³.

Tabell 9: Reduktion i form av kostnad och mängd avfall jämfört med om den externa hanteringen minskade med 40 % och 80 % år 2017 och 2018. I tabellen visas även insparade kostnader för DM och Scania för de två fallen.

40 % reduktion	År 2017	År 2018	Enhet
Reducerad mängd avfall till extern hantering	270	71	m ³
Reducerad mängd avfall till extern hantering	3,2	0,84	kg/motor
Kostnadsskillnad	460 000	112 000	SEK
Reducerad kostnader DM	120 000	31 400	SEK
Reducerad kostnader Scania	370 000	102 000	SEK
80 % reduktion			
Reducerad mängd avfall till extern hantering	540	142	m ³
Reducerad mängd avfall till extern hantering	6,5	1,7	kg/motor
Kostnadsskillnad	850 000	225 000	SEK
Reducerad kostnader DM	240 000	63 000	SEK
Reducerad kostnader Scania	772 000	203 000	SEK

För DM skulle en 40 % minskning av de externa hanteringarna innebära en reducerad kostnad på 120 000 SEK för år 2017 respektive 31 400 SEK för år 2018. För Scania blir det en betydligt högre reducerad kostnad för båda åren jämfört med DM. År 2017 skulle de spara 370 000 SEK respektive 202 000 SEK för år 2018. Vid en 80 % minskning av de

externa hanteringarna innebär förstås en ännu större reducerad kostnad för båda åren. Tabell 9 visar att DM skulle spara 240 000 SEK för år 2017 och 63 000 SEK för år 2018 om den reducerade mängden spillvatten och restemulsion som skickats för extern hantering hade minskat med 80 %. För Scania skulle samma procentuella minskning ge en reducerad kostnad på 772 000 SEK för år 2017 och för år 2018 skulle Scania spara 203 000 SEK.

12.3.2 Investering i buffertanläggning

Vad gäller investering i en buffertanläggning på 30 m³ kan kostnaden för en sådan ses i tabell 10. Förutom kostnaden för tanken tillkommer en kostnad för ett värmeelement som är nödvändigt att ha för att spillvattnet och restemulsionen inte ska bli dåligt eller frysa under vintern. Den totala kostnaden för buffertanläggningen är 330 000 SEK. Utifrån det antagande som gjordes i avsnitt 10.2, att investering i en buffertank skulle kunna minska mängden avfall som hanteras externt med 30 m³ i månaden, skulle det medföra en återbetalningstid på 0,6 år för tanken. En bufferttank på 30 m³ skulle ge en reduktion på 360 m³ spillvatten och restemulsion som hanteras externt årligen. Den mängden avfall hade annars kostat DM 568 800 SEK för extern hantering.

Tabell 10: Kostnad för investering i en buffertank på 30 m³, återbetalningstiden för investeringen och kostnaden för att hantera 30 m³ spillvatten och restemulsion externt.

Data för investering		Enhet
Bufferttank 30 m ³	150 000	SEK
Värmeelement bufferttank	180 000	SEK
Totalt	330 000	SEK
Återbetalningstid för 30 m ³ bufferttank	0,6	år
Kostnad för 30 m ³ /månad extern hantering	568 800	SEK/år

Effekten av att investera i en buffertanläggning undersöktes för år 2017 och år 2018, vilket representeras i tabell 11. År 2017 skickades 8,1 kg/ motor avfall till extern hantering, vilket motsvarar 674 m³. Året därpå skickades 2,1 kg/ motor vilket motsvarar 178 m³. Hade en bufferttank på 30 m³ funnits under de två åren hade mängden avfall som behövt hanteras externt istället varit 3,75 kg/motor för år 2017, vilket motsvarar 314 m³. För år 2018 hade en sådan investering medfört att inget spillvatten eller restemulsion hade behövt hanteras externt, vilket kan ses i tabell 11. Implementering av en buffertank skulle reducera mängden avfall som hanteras externt år 2017 med 4,3 kg/motor, vilket motsvarar 360 m³ och för år 2018 skulle det innebära en reduktion på 2,1 kg/motor, vilket motsvarar 178 m³. Den insparade kostnaden för DM för de två åren skulle uppgå till 710 660 SEK för 2017 och 78 765 SEK för år 2018. Insparad kostnad syftar på den ekonomiska skillnaden mellan att avfallet från DM hanteras internt på by 218 istället för externt på Stena Recycling. För Scania skulle det innebära en reducerad kostnad på lite mer än 1 miljon SEK för år 2017 och för år 2018 skulle det bli en besparing på lite mer än 250 000 SEK

Tabell 11: Insparade kostnader för år 2017 och år 2018 vid investering av en bufferttank på 30 m³. Tabellen visar även mängden spillvatten och restemulsion som skulle behöva hanteras externt för de två åren om DM införskaffade en bufferttank.

Kostnad och mängd avfall	År 2017	År 2018	Enhet
Extern hantering vid investering i bufferttank	314	0	m ³
Extern hantering vid investering i bufferttank	3,75	0	kg/motor
Reducerad mängd extern hantering	4,3	2,1	kg/motor
Inspasad hanteringskostnad för DM	710 660	78 765	SEK
Inspasad hanteringskostnad för Scania	1 017 534	254 540	SEK

12.3.3 Analys av resultat

De två lösningsförslagen som har bearbetas, för att förbättra hanteringen av spillvatten och restemulsion, i syfte att minska mängden avfall som hanteras externt på DM kan anses vara sammankopplade. En ökad effektivisering samt utveckling av nuvarande processer och arbetssätt kan medföra att behovet av att investera i en buffertanläggning inte längre blir lika stort för DM. Det är möjligt att implementering av det första lösningsförslaget får en så pass stor effekt att antalet externa hanteringar reduceras till den grad att det inte längre är lönsamt att även investera i en buffertanläggning. På samma sätt kan en investering i en buffertanläggning medföra ett minskat behov av att förbättra och förändra DM:s verksamhet. Eftersom en investering i en buffertanläggning kan leda till att inget eller en liten mängd avfall på DM behöver hanteras externt.

En kombination av de två lösningsalternativen borde rimligtvis ge det bästa utfallet vad gäller reduktion av mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt på DM. Utifrån ett kostnadsperspektiv är investering i en buffertanläggning mer kostsamt än att genomföra aktiva förändringar i DM:s verksamhet. Skulle det däremot inte ske några organisatoriska förbättringar vad gäller hanteringen, eller om utfallet av det första lösningsförslaget inte ger det resultat som förväntats, kan det vara mer lönsamt att investera i en buffertanläggning. I tabell 8 kan det ses att vid en reduktion av 40 % skulle den externa hanteringen fortsätta att kosta DM 170 000 SEK årligen, med antagandet att hanteringen och mängden avfall som produceras är ungefär den samma som år 2018. Det skulle betyda att en investering i en buffertanläggning som kostar 330 000 SEK kan betalas av efter ungefär två år. För större investeringar som i detta fall, är en återbetalningstid på två år en kort tidsram innan produkten är avbetalad och anses därmed vara en lönsam investering för Scania.

Både vad gäller ekonomisk lönsamhet och reduktion av mängden avfall är effekten av att investera i en buffertanläggning betydligt enklare att beräkna än effekten av att effektivisera och utveckla verksamheten. Effektivisering av verksamheten innebär flera olika aspekter som måste tas med i beräkningen, vilket medför fler osäkra variabler som måste tas i beaktning till skillnad från en buffertanläggning.

Oberoende om DM väljer att investera i en buffertanläggning, är det viktigt att ständigt se över rutinerna och utveckla avfallshanteringen på samma sätt som de utvecklar produktionsprocesser för motorkomponenterna. Det är av stor vikt för både DM och Scania att

se över vilka organisatoriska åtgärder som kan genomföras, då de besparingar det skulle medföra inte enbart skulle innebära en minskad mängd avfall utan även andra fördelar, som inte kan uppnås vid en investering i en bufferttank.

12.3.3.1 Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt

I avsnittet för föreslagna åtgärder 10.1, konstateras utifrån nulägesanalysen att det finns en rad olika förbättringsområden vad gäller hanteringen av spillvatten och restemulsion på DM som kan kopplas till organisatoriska problem. En av åtgärderna som ansågs ha stor potential att förbättra hanteringsprocessen och i sin tur minska mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt på DM var effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt. För att kvantitativt undersöka det potentiella resultatet av att följa åtgärdsplanen, formulerades två fall med data från år 2017 och år 2018, vilket tabell 8 och tabell 9 representerar. Det första fallet som innebär en minskning på 40 % av mängden avfall som hanteras externt är troligtvis mer realistiskt än en reduktion på 80 % de närmaste åren, eftersom det oftast är en omställningsperiod att förändra processer och införa nya riktlinjer i en stor verksamhet. Efter några år när åtgärdsplanen är väl implementerad i hela DM:s verksamhet är det mer sannolikt att det kan ske en ytterligare reduktion av de externa hanteringarna eftersom processer och arbetssätt har haft längre tid att effektiviseras och utvecklas.

Som tidigare nämnt var år 2017 exceptionellt vad gäller mängden restemulsion och spillvatten som behövde hanteras. Att samtliga centrala emulsionssystem på DM behöver tömmas sker ungefär var åttonde år. Därför kan år 2017 ses som ett undantagsår i jämförelse med år 2018 som kan ses som ett mer genomsnittligt år för mängden spillvatten och restemulsion som skickas externt. År 2017 är inte ett representativt år för genomsnittet, men det behandlas ändå för att belysa skillnaderna mellan ett normalår och ett extremt år vad gäller besparingar i pengar och minskade externa hanteringar för DM.

Att minska mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt med 3,2 kg/motor (270 m³) och 6,5 kg/motor (540 m³) år 2017 skulle innebära en procentuell minskning på ungefär 6 % respektive 11 % av det totala avfallet från hela Scania. För år 2018 skulle en reduktion på 0,84 kg/motor (71 m³) och 1,7 kg/motor (142 m³) av mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt ge en procentuell minskning av det totala avfallet på Scania med 1,5 % respektive 6 %. Det betyder att genom att endast använda sig av organisatoriska åtgärder, såsom bättre kommunikation och tydligare riktlinjer för hanteringen på DM, skulle det ha en inverkan att nå Scanias avfallsmål, som är 25 % reduktion av allt avfall som inte återvinns år 2020.

I enlighet med Scanias huvudmål för avfall har DM formulerat sitt egna mål; allt spillvatten och all restemulsion som bildas på DM ska hanteras internt på Scanias avfallsanläggning by 218 i Södertälje. Skulle en effektivisering av DM:s verksamhet medföra en reduktion på 40 % av de externa hanteringarna under år 2018 hade det endast kvarstått 107 m³ som hade behövt hanteras externt. Det är ungefär 8 m³ avfall per månad, vilket motsvarar en till två tömningar beroende på system. Att lyckas förhindra att ytterligare två tömningar per månad inte hanteras externt borde vara möjligt för DM, genom att exempelvis investera i en mindre buffertanläggning eller en tank inne på enheten där produktionsavdelningarna

kan förvara en del av sitt avfall. Att endast behöva lyckas förhindra att 8 m³ per månad hanteras externt visar på att åtgärdsförslaget har potential att förbättra hanteringen av spillvatten och restemulsion.

På grund av att mängden avfall är betydligt högre år 2017 än år 2018 blir också den insparade kostnaden för att avfallet hanteras internt istället högre det året. En reducerad kostnad på 120 000 SEK respektive 31 400 SEK och för Scania 370 000 SEK respektive 102 000 vid 40 % reduktion är inte avsevärt mycket pengar för någon av dem. Det ska poängteras att för DM är inte de insparade pengarna det viktigaste, utan det som är mest betydelsefullt för dem är att minska mängden avfall som idag hanteras externt. Däremot kan de insparade pengarna användas för att ytterligare förbättra verksamheten som att exempelvis införa fler internutbildningar om avfallshantering eller ta in en konsult i syfte att förbättra verksamheten ytterligare på ett strategiskt och organisatoriskt plan.

Vad gäller applicerbarhet är det i allmänhet svårare att förändra människors beteende och arbetssätt än att köpa in och installera en produkt eller maskin, som i detta fall skulle vara en buffertanläggning. En sådan anläggning kräver endast en investering, där du får ett garanterat resultat oavsett om det sker en förändring i verksamheten på ett organisatoriskt plan eller inte. Därför kan applicerbarheten för det första åtgärdsförslaget i viss mån ses som svår. Däremot kan effektivisering av processer vara mer kostnadseffektivt för verksamheten om utfallet blir lyckat. Eftersom struktur och effektivisering av processer i en verksamhet oftast medför lägre kostnader i det långa loppet, då exempelvis slöseri kan elimineras.

12.3.3.2 Investering i buffertanläggning

Det andra lösningsförslaget som anses ha potential att förbättra hanteringen för spillvatten och restemulsion på DM är att investera i en buffertanläggning. Med antagandet att bufferttanken kan minska mängden avfall som hanteras externt med 30 m³ per månad, hade det medfört att allt avfall för år 2018 hade hanterats internt och för år 2017 hade 3,75 kg/motor hanterats internt, vilket motsvarar 53 % av den totala mängden spillvatten och restemulsion som hanterades externt det året. Den betydligt större mängden avfall som behövde hanteras externt 2017 jämfört med år 2018 är anledningen till skillnaden i hanteringskostnader mellan de två åren både för DM och Scania.

Både den ekonomiska lönsamheten och reducerad mängd avfall som hade hanterats externt för år 2017 och år 2018 visar på att investering i en buffertanläggning har stor potential att lyckas reducera mängden spillvatten och restemulsion som idag hanteras externt på DM. Däremot skapar inte buffertanläggningen lika goda förutsättning att förbättra hanteringen på samma sätt som effektivisering av processer, dock medför buffertanläggningen en garanti att mindre mängd avfall behöver hanteras externt. Problemet med en buffertanläggning är inte anläggningen i sig utan att en sådan investering inte automatiskt skulle medföra förbättrade organisatoriska processer. Den totala mängden avfall skulle därför inte minska utan det är enbart hanteringen som skulle förbättras.

Att investera i en buffertanläggning som skapar möjligheter för DM att förvara 30 m³ i månaden, skulle medföra att 11 % av den totala mängden spillvatten och restemulsion som

bildades år 2017 hade haft möjlighet att förvaras i bufferttanken för att hanteras internt på Scania. För år 2018 hade 6 % av den totala mängden spillvatten och restemulsion med säkerhet kunna hanterats internt på grund av bufferttanken. Det ger en indikation på att en investering i en bufferttank kan skapa goda förutsättningar för att DM kan nå sitt avfallsmål.

Vad gäller applicerbarhet och kostnadseffektivitet är en investering i en buffertanläggning en fördelaktig åtgärd att använda sig av för att minska mängden spillvatten och restemulsion som hanteras externt. Buffertanläggningen är applicerbar i den mån att den inte kräver ombyggnation för att installeras, vilket medför att en sådan investering inte skulle påverka produktionen. Investeringen i en buffertanläggning kan ses som kostnadseffektiv, eftersom den huvudsakliga kostnaden består av en engångskostnad som med tiden kommer betalas av för den reducering av externa hanteringar som den kommer att medföra. Däremot kan det tillkomma eventuella underhållskostnader som inte har tagits med i denna undersökning, men de borde rimligtvis vara låga i jämförelse med DM:s nuvarande externa hanteringskostnader för spillvatten och restemulsion.

13 DISKUSSION

I följande kapitel ges en övergripande diskussion om samtliga lösningsförslag för slipmull, spillvatten och restemulsion.

13.1 Reducering och hantering av slipmull

I arbetet med reduceringen samt hanteringen av slipmull inkluderas flera delmoment. Utförandet av dessa delmoment baseras till stor del på antaganden, intervjuer, egna observationer samt beräkningar. Nedan följer diskussion och reflektion kring respektive delmoment i arbetet.

13.1.1 Kartläggning och nulägesbeskrivning

Som det nämns tidigare utgör kartläggningen det mest tidskrävande momentet i arbetet med slipmullen. Detta beror på att vevaxelavdelningen är en av de största produktionsavdelningarna på DM. Detta ledde även till kartläggningen avgränsades till slipningen av vevaxlarna i tidigt skede av examensarbetet. Denna avgränsning gjordes med hänsyn till arbetets tidsram, och resulterade i att flera delar av produktionsavdelningen utelämnades i kartläggningen. Exkluderandet av dessa delar kan orsaka en begränsad förståelse för hur produktionen av vevaxlarna sker på ett fullständigt sätt. Då det under kartläggningen och nulägesbeskrivningen uppmärksammades att vissa förändringar planeras inom vevaxelavdelningen under år 2020, ändrades fokusormådet i detta delmoment från befintliga läget till framtida läget. Kartläggningen av vevaxelavdelningen skulle då baseras på ett läge som inte kan observeras i dagsläget. Därför gjordes flera antaganden om hur läget på vevaxelavdelningen skulle vara år 2020. Kartläggning av framtida läget gav även upphov till en utförlig kvantifiering av slipmullen år 2020, vilken inte hade varit väsentlig i andra fall då mängden slipmull skulle eventuellt baseras på avfallsstatistiken för år 2018.

Kvantifieringen av slipmullen år 2020 baseras på flera antaganden, vilket leder till en viss osäkerhet i denna kvantifiering. Ett av antaganden är att samma antal vevaxlar bearbetas dagligen, vilket inte är representativt för det aktuella läget. Stopp i slipmaskiner förekommer på daglig basis vilket innebär att antalet vevaxlar som slips varierar. Antagandet gjordes för att förenkla beräkningarna då det är svårt att förutse framtida stopp i slipmaskinerna. Ytterligare ett antagande som gjordes är att samtliga maskiner har samma slipningskapacitet, vilket betyder att samma antal vevaxlar slips per maskin och timme. Även detta antagande anses vara oprecist då nya slipmaskinerna är inte på plats i dagsläget, och därför kan ingen slutstas dras vad gäller dessa maskiners slipningskapacitet. Trots osäkerheten anses dessa antaganden vara väsentliga för kvantifieringen av mängden slipmull. Antaganden har även diskuterats med insatta personer, som kunde bekräfta rimligheten i dessa. Från kvantifieringen erhöles en årlig mängd slipmull på cirka 188 ton, och i jämförelse med mängden år 2018, som uppgick till 282 ton, anses det vara en markant reduktion. Denna reduktion beror till mestadels på införandet av den nya bearbetningsmetoden, som resulterar i andra biprodukter istället för slipmull.

13.1.2 Den föreslagna åtgärden

Den föreslagna åtgärden, brikettering och återförande av restemulsion, handlar om införande av ett tekniskt komplext system. Åtgärden har analyserats med avseende på flera aspekter, både tekniska och icke-tekniska. I analysen, i avsnitt 11, utelämnas dock Scantias standarder och föreskrifter. Dessa standarder och föreskrifter utgör ett regelverk för vilka komponenter som kan installeras på Scantias anläggningar, och är därför av betydelse att undersöka innan installation av briketteringssystemet. Dock, har riktpriispofferten för det föreslagna briketteringssystemet erhållits från Mercatus AB, som har levererat komponenter till Scania tidigare. Detta innebär att personalen på Mercatus AB är bekanta med Scantias standarder och föreskrifter, vilket bör underlätta upphandlingen ifall Scania väljer att gå vidare med det föreslagna systemet.

Den ekonomiska analysen av den föreslagna åtgärden utgör en väsentlig aspekt i bedömningen av åtgärden, och omfattar de största kostnaderna som uppstår i samband med installationen av briketteringssystemet. Dock bör denna analys kompletteras med ytterligare kostnader, som berör personalkostnader och inläring av personalen. Inkluderandet av dessa kostnader medför en mer rättvis bedömning av den ekonomiska lönsamheten som den föreslagna åtgärden medför.

Som det uppges tidigare innebär installationen av ytterligare komponenter i anslutning till centrala emulsionssystemet en högre risk för stopp. På Scantias transmissionstillverkning har detta åtgärdats med regelbundna kontroller och periodvisa underhåll av briketteringssystemet. Detta arbetssätt bör tillämpas även av personalen på vevaxelavdelningen ifall det föreslagna briketteringssystemet installeras. Dock bör hanteringen av slipmullbriketterna på vevaxelavdelningen skötas på ett annat sätt än det som görs på transmissionstillverkningen, där briketterna deponeras i dagsläget. Vid deponering av briketterna försummas effekten av briketteringen, då resultatet blir endast en minskad mängd slipmull som hamnar på deponi. Eftersom briketterna klassas som återvinningsbart avfall bör briketterna från vevaxelavdelningen återvinnas. Därmed rekommenderas vevaxelavdelningen att utforma en hanteringsplan för briketterna redan innan briketteringssystemet installeras.

13.1.2.1 Avfallsreducering

Då allt slipmull från vevaxelavdelningen omvandlas till briketter, erhålls en maximal reduceringsgrad av slipmull genom briketteringen, se figur 35. Denna reducering bedöms vara väldigt gynnsam för DM, med tanke på att 46 % av slipmullen som deponerades från avdelningen år 2018 bildades vid vevaxelavdelningen. Som det nämns tidigare dimensioneras brikettpressen på så sätt att den kan matas manuellt med slipmull även från de enskilda emulsionssystemen, då samma typ och koncentration av emulsion förbrukas i dessa system i jämförelse med centrala emulsionssystemet. Just denna aspekt utgör ett hinder för brikettering av slipmull från andra produktionsavdelningar än vevaxelavdelningen. Detta konstaterande baseras på att bearbetningen av andra produkter kräver emulsion med en annan koncentration än den som förbrukas i bearbetningen av vevaxlarna. Därmed är det föreslagna briketteringssystemet dimensionerad för att brikettera slipmull enbart från vevaxelavdelningen.

13.1.2.2 Ekonomisk lönsamhet

Från figur 36, 37 och 38 kan det konstateras att återbetalningstiderna för de tre presenterade modellerna varierar kraftigt. Skillnaden i återbetalningstiderna förklaras av skillnaden i intäkten för respektive hanteringsalternativ, där det mest lönsamma alternativet är återvinning av slipmullbriketterna på DM:s gjuteri. Som det antogs tidigare är återbetalningstiden för det tredje hanteringsalternativet, skänkning av briketterna, den längsta. Därför är det viktigt för DM att undersöka möjligheterna för första och andra hanteringsalternativen innan installation av briketteringssystemet.

För att bedöma den ekonomiska lönsamheten för investeringen av briketteringssystemet, används Scantias rekommenderade återbetalningstid för miljöinvesteringar som referens, vilken är 7 år, enligt Pontus Andreasson⁶⁰. Denna referens används då investeringen av briketteringssystemet anses vara en miljöinvestering i allra högsta grad. Med utgångspunkt i denna referenstid bedöms investering av briketteringssystemet som en mycket lönsam investering, oavsett vilket hanteringsalternativ som tillämpas. Denna bedömning görs då den längsta återbetalningstiden för briketteringssystemet är 3,9 år, vilket är betydligt kortare än den rekommenderade återbetalningstiden.

Scantias rekommenderade återbetalningstid för andra investeringar, som inte är miljöinvesteringar, är 1,8 år, uppger Pontus Andreasson. I jämförelse med den återbetalningstiden bedöms briketteringssystemet inte som en lönsam investering för Scania, då även det bästa hanteringsalternativet ger upphov till en längre återbetalningstid än den rekommenderade. Detta påvisar betydelsen av att skilja på miljöinvesteringar och övriga investeringar. Genom att rekommendera en förlängd återbetalningstid för miljöinvesteringar har Scania lyckats skapa ett ekonomiskt incitament som gynnar företagets miljöarbete. Att dessutom förlänga återbetalningstiden för miljöinvesteringar med cirka 5 år understryker prioriteringen av miljön i företagets strategi för framtiden. Att kategorisera miljöinvesteringar och därmed rekommendera en längre återbetalningstid för sådana investeringar är ett arbetssätt som flera större verksamheter borde tillämpa. På det viset kan miljöarbetet värderas högre än kortsiktig ekonomisk lönsamhet, vilket verksamheter av samma storlek som Scania kan tolerera med tanke på den totala omsättningen.

13.1.2.3 Energibesparingen

Installationen av briketteringssystemet medför en årlig energibesparing som uppgår till 3058 GJ. Som det nämns tidigare gynnar inte denna energibesparing en specifik verksamhet, utan betraktas som en yttre effekt av briketteringen för samhället. Denna effekt är dock av betydelse för Scania, som ständigt eftersträvar ett arbetssätt som bidrar till ett hållbart samhälle. Denna energibesparing i addition till reduceringen av avfall som deponeras är indikationer på vad en förändring i arbetssättet hos stora industrier kan medföra för positiva effekter till omgivningen. Av denna anledning bör de stora industrierna bära ett större ansvar vad gäller utvecklingen av ett hållbart samhälle.

⁶⁰Pontus Andreasson (2019-12-02). Intervju. Chef på produktionsteknik på DM.

13.1.2.4 Förslag för fortsatt arbete

Nedan nämns några områden där möjligheter finns för fortsatt arbete:

- **Hantering av slipmullbriketterna:** En utförlig utredning för hanteringen av slipmullbriketterna på vevaxelavdelningen bör utföras. Syftet med denna utredning är att undvika hanteringsproblemet som transmissionstillverkningen har med sina briketter i dagsläget. Utredningen bör påbörjas innan installation av briketteringssystemet sker.
- **En mer omfattande investeringskalkyl:** För en mer rättvis bedömning av briketteringssystemets ekonomiska lönsamhet bör en mer omfattande inverseringskalkyl utföras. Exempel på kostnader som bör inkluderas i denna kalkyl är personalkostnader och kostnader för inläring av briketteringssystemet. Ytterligare en kostnad som bör inkluderas är värdet av produktionsstoppet som uppstår i samband med installationen av briketteringssystemet.
- **Undersökning av möjligheten för brikettering på kamaxelavdelningen:** Den avdelningen som är näststörst vad gäller slipmullbildningen på DM är kamaxelavdelningen. År 2018 stod denna avdelning för cirka 18 % av slipmullen från DM, och därför bör brikettering på denna avdelning undersökas. I undersökningen kan samma tillvägagångssätt som tillämpas i detta arbete följas, med eventuella justeringar för samtliga parametrar som är egna för produktionsavdelningen.

13.2 Reducering samt hantering av spillvatten och restemulsion

Scania satte 2015 upp målet att till 2020 reducera 25 % av allt avfall som inte återvinns. I enlighet med Scantias miljömål har DM formulerat målet att allt spillvatten och restemulsion som bildas på DM ska hanteras internt på Scantias avfallsanläggning. En förutsättning för att de två målen ska uppnås är i första hand att DM försöker reducera mängden avfall som bildas på samtliga produktionsavdelningar, för att sedan utveckla och effektivisera hanteringsprocesserna för den mängd avfall som kvarstår trots vidtagna reduceringsåtgärder. Som framgår i rapporten har varken Scania eller DM:s miljömål uppnåtts. Arbetet visar dock att det finns en potential till att förbättra verksamheten vad gäller reduktion av spillvatten och förbättrad hantering av restemulsion och spillvatten.

En av DM:s fundamentala värderingar är ”eliminering av slöseri”, vilket syftar till att eliminera allt som inte är av värde för verksamheten. Denna studie visar på en rad olika faktorer som kan kopplas till slöseri både vad gäller reduktion och hantering av spillvatten och restemulsion på DM. Belysande exempel för arbetet med reduktionen är bland annat den stora förbrukningen av tvättvatten och tvättmedel, samt produktionsstid som går till spillo när vattenbytena sker under produktion. För arbetet med hantering handlar det om ett slöseri i form av onödig arbetstid som går åt när exempelvis produktionsavdelningarna skickar fel fraktioner och fel mängder till Scantias interna avfallsanläggning by 218. Utöver de fundamentala värderingarna, finns det även en viktig princip inom DM:s verksamhet som syftar till att kontinuerligt sträva efter optimala och effektiva processer i det dagliga arbetet. Följande princip har till stor del förringats vad gäller hanteringen och reduktionen av avfallet på DM. Denna studie pekar på att det finns en avsaknad av kontinuerligt arbete

inom DM som syftar till att optimera och effektivisera processer kopplat till avfall. De punkter som uppkommit under arbetets gång och till synes styrker följande uppfattning är bland annat:

- Avsaknad av tydlig och strukturerad arbetsprocess för både reducering och hantering av avfall på DM.
- Avsaknad av kunskap och ansvar för rengöringsprocesser samt vikten av att ha en fungerande sådan.
- Generell okunskap kring avfallshantering.
- Bristande kommunikation och samarbete.
- Otydliga ansvarsområden.
- Avsaknad av tydliga riktlinjer som är väl implementerade i verksamheten för både reducering och hantering.

Många av de ovanstående punkterna grundar sig i att det saknas ett kontinuerligt arbete vad gäller åtgärder kopplade till miljö. Det går att jämföra med det arbete som finns för att utveckla den renodlade produktionen, för att den ska vara så effektiv som möjligt och då blir det tydligt att både hanteringen och reduceringen av avfallet bortprioriteras. Det skulle behövas ett förändrat synsätt, där avfallet ses som en integrerad del av verksamheten som skapar möjligheter att spara på både resurser och pengar. Det kan sedan generera en större vinst för företaget i slutändan, som i detta fall renare motorkomponenter.

Det är även sannolikt att kraven kommer att skärpas vad gäller miljölagstiftningar kopplat till avfall, men även vad gäller standarder som berör kvalitet och miljö inom fordonsindustrin. För att Scania ska vara i framkant vad gäller miljöarbete, krävs det ett successivt arbete vad gäller att förbättra hanteringen av avfall samt att försöka reducera mängden avfall som bildas i verksamhetens olika tillverkningsprocesser. Företags arbete med att minska sitt avfall borde ses som en naturlig del av verksamheten där de kontinuerligt arbetar med att göra det så effektivt och välfungerande som möjligt.

13.2.1 Felkällor

Primära osäkerheter och antaganden i arbetet är följande:

- **Källor och information:** Stora delar av av arbetet grundar sig i muntliga källor och egenobservationer, vilket medför en viss osäkerhet då informationen utgår från olika personers åsikter och uppfattningar. För vissa delar av arbetet har mycket interna källor används då det har varit svårt att erhålla information om vissa delar av arbetet som är starkt kopplade till DM:s verksamhet i externa databaser. Det medför en sämre spridning av oberoende källor.
- **Beräkningar:** En avgränsning som gjordes tidigt i arbetet var att endast använda data från en produktionsavdelning (DMAEB) för beräkningarna vad gäller reducering av spillvatten. Denna avgränsning bidrar till en större osäkerhet i resultatet eftersom

det är en mindre spridning av data som har behandlats. Det medför i sin tur osäkerheter vad gäller att dra allt för generella slutsatser för lösningsförslagen för reducering av spillvatten på DM.

- **Jämförelse med andra fordonstillverkare:** För att erhålla en bredare och fördjupande kunskap om hantering och reducering av restprodukter inom fordonsindustrin hade det varit betydelsefullt att granska hur andra företag inom branschen arbetar. Det hade varit till hjälp för att underbygga arbetets olika lösningsförslag.
- **Lösningsförslagen:** Vid analys av de olika lösningsförslagen har olika antaganden behövt göras som exempelvis antalet veckor som vattenbytena i sluttvättarna borde kunna skjutas upp vid investering i personal. Det har även funnits svårigheter med att förutspå hur mycket arbetstid som en anställd skulle behöva avsätta till tvättmaskinerna för att lyckas uppnå förbättrad renhet på komponenterna och i sin tur minska antalet vattenbyten. De olika antagandet genererar en osäkerhet i resultatet då de är baserade på intervjuer på DM och inte vetenskaplig fakta.

13.2.2 Framtida studier

Denna studie har behandlat ett relativt brett område både vad gäller hantering och reducering, därför har det till viss del varit svårt att gå in på djupet i de två områdena. Områden som kan vara av intresse för DM att undersöka vid framtida studier är följande:

- Optimering av flöden (spillvatten och restemulion) mellan DM och den interna avfallsanläggningen.
- En utförlig utredning för placering och investering i buffertanläggning.
- Undersöka moderniseringsåtgärder för Scantias interna avfallsanläggning.
- Se över behovet av skräddarsydda rengöringsprocesser för de olika komponenterna på DM.

14 SLUTSATSER

Detta avslutande kapitel presenter slutsatserna för hela rapporten kopplat till arbetets syfte och frågeställningar.

14.1 Reducering och hantering av slipmull

Slipmull bildas på flera produktionsavdelningar på DM, och vevaxelavdelningen står för den största andelen. I dagsläget finns det en möjlighet för reduceringen och hantering av slipmullen på vevaxelavdelningen. Brikettering och återförande av restemulsion bedöms vara den tekniken med störst potential för reduceringen av slipmullen på vevaxelavdelningen, där en reduceringsgrad på 100 % är möjlig.

Med Scantias rekommenderade återbetalningstid för miljöinvesteringar som referens bedöms brikettering och återförande av restemulsion som en kostnadseffektiv åtgärd. Analysen av den ekonomiska lönsamheten för den föreslagna åtgärden baseras på tre investeringsmodeller där skillnaden utgörs av hanteringssättet för slipmullbriketterna. Från denna analys dras slutsatsen att det mest lönsamma hanteringsalternativet är intern hantering av briketterna på DM:s gjuteri. Denna slutsats grundas på att detta hanteringsalternativ ger den kortaste återbetalningstiden för investeringen av briketteringssystemet.

Sammanfattningsvis utgörs slutsatserna för arbetet med reduceringen och hanteringen av slipmull av följande:

- Det finns en potential att reducera slipmullen på vevaxelavdelningen med 100 %, genom brikettering och återförande av restemulsion.
- Brikettering och återförande av restemulsion bedöms vara en kostnadseffektiv lösning, med avseende på återbetalningstiden för investeringen som lösningen kräver.
- Det mest lönsamma hanteringssättet av slipmullbriketterna är intern återvinning på DM:s gjuteri.

14.2 Reducering samt hantering av spillvatten och restemulsion

Arbetet har syftat till att undersöka möjligheterna till att reducera mängden spillvatten från DM samt undersöka förbättringspotentialen vad gäller hanteringen för både restemulsion och spillvatten. Metoden för arbetet har både varit kvantitativ i form av datahantering och kvalitativ med intervjuer och direktobservationer. Utifrån avfallsstatistik från år 2017 och 2018 identifierades källan till den största mängden spillvatten på DM samt mängden restprodukter som hanterades externt de två åren. Med hjälp av intervjuer och observationer ute på produktionen kunde de bakomliggande orsakerna identifieras, både för de externa hanteringarna och de stora mängderna spillvatten som bildas årligen på DM.

Totala arbetet vad gäller reducering av spillvatten samt hantering av spillvatten och restemulsion visar på att det finns goda möjligheter för DM att nå sitt avfallsmål. Det

medför i sin tur större möjligheter att komma närmare Scantias totala avfallsmål. Arbetets slutsatser kan sammanfattas till följande:

- Det finns potential att reducera mängden spillvatten från DM:s tvättmaskiner.
- Investering i personal för daglig skötsel och kontroll av tvättmaskiner anses vara en effektiv lösning för att minska antalet vattenbyten och i sin tur reducera mängden spillvatten på DM.
- Mät- och övervakningssystem för DM:s sluttvättar bedöms vara en lösning som kan ge ytterligare reduktion av spillvatten och en ekonomisk vinst i form av förbättrad renhet för motorkomponenter.
- De två lösningsförslagen anses både applicerbara med anledning av att de inte kräver förändring i produktionen, samt kostnadseffektiva med avseende på återbetalningstiden.
- Det finns en förbättringspotential vad gäller hantering av spillvatten och restemulsion på DM.
- Effektivisering samt utveckling av processer och arbetssätt på DM, anses vara en kostnadseffektiv lösning för att förbättra hanteringen.
- Investering i buffertanläggning bedöms vara en applicerbar och kostnadseffektiv lösning med avseende på möjligheterna att utjämna avfallsflödena på DM och den korta återbetalningstiden.
- En kombination av de två lösningsförslagen ger det bästa utfallet vad gäller ekonomisk lönsamhet i form av kostnadsbesparingar, samt miljömässig lönsamhet i form av ökad andel interna hanteringar på DM.

15 REFERENSER

Rapporter

- Brosgård, A. och A. Fahlman (2015). "Kostnadseffektivisering och kvalitetsförbättring gällande hantering av skärvätska". Blekinge Tekniska Högskola.
- Chen, A., S. Freear och D. Cowell (2007). "Measurement of Solid in Liquid Content Using Ultrasound Attenuation". Faculty of Engineering, Leeds: Leeds universitet.
- Karlsson, M. och A. Ryding (2001). "Hårdsvarvning". Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Svensson, A. (2003). "Phase Equilibria and Structures of Oppositely Charged Polymers and Surfactants in Water". Diss. Lund: Lund universitet.

Online

- Alser, J (2009). *Bättre resultat med vätskefiltrering*. URL: <https://miljonytta.se/arbetsplatser/battre-resultat-med-vatskefiltrering/> (hämtad 2019-11-26).
- Lw-Balsta (2019). *Skraptransportörer*. URL: <https://lwbalsta.se/produkter/skraptransportorer/> (hämtad 2019-12-05).
- Bodycote (2019). *Skyddad Hardning*. URL: <https://motionicsllcblog.wordpress.com/2018/12/13/functions-of-crankshaft-in-an-engine/> (hämtad 2019-10-14).
- Boverket (2018). *Vad är standarder och varför behövs de?* URL: <https://www.boverket.se/sv/byggnade/vagledning-om-standarder/vad-ar-standarder/> (hämtad 2019-11-12).
- BvL (2020a). *Libelle Cleaner Control*. URL: <https://www.bvl-cleaning.com/en/system-components/libelle/libelle-cleaner-control/> (hämtad 2019-11-12).
- BvL (2020b). *Libelle Fluid Control*. URL: <https://www.bvl-cleaning.com/en/system-components/libelle/libelle-fluid-control/> (hämtad 2019-11-12).
- BvL (2020c). *Libelle Oil Control*. URL: <https://www.bvl-cleaning.com/en/system-components/libelle/libelle-oil-control/> (hämtad 2019-11-12).
- Gnosjoregionen (2017). *Metallbearbetning*. URL: <https://www.gnosjoregion.se/metallbearbetning> (hämtad 2019-10-18).
- Hedborg, T (2011). *Investeringskalkyl, IndustriellEkonomiGK*. URL: https://www.kth.se/social/upload/3369/110426_InvesteringskalkylF.pdf (hämtad 2019-11-11).
- Henrysson, E (2017). *Teknikbyte med miljöfokus*. URL: <https://www.mercatus.se/blogg/bloggpost/miljo/> (hämtad 2019-11-27).

- ISAB (2020). *ISAB*. URL: <http://isabsodertalje.se/page.php?p=7> (hämtad 2019-10-12).
- LLC, Motionics (2017). *Functions of Crankshaft in an Engine*. URL: <https://motionicsllcblog.wordpress.com/2018/12/13/functions-of-crankshaft-in-an-engine/> (hämtad 2019-10-11).
- Mercatus (u.å). *Skärvätskerening*. URL: <https://www.mercatus.se/produkter---kompetensomraden/skarvatskerening/pappersbandfilter-typ-pf/> (hämtad 2019-10-17).
- Mirmorax (u.å). *Oil in water analyzer*. URL: <https://mirmorax.com/oil-in-water-analyzer/> (hämtad 2019-11-12).
- Nationalencyklopedin (u.å.[a]). *Emulsion*. URL: <http://www.ne.se.ezproxy.its.uu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/emulsion> (hämtad 2019-10-12).
- Nationalencyklopedin (u.å.[b]). *kvalitativ metod*. URL: <http://www.ne.se.ezproxy.its.uu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kvalitativ-metod> (hämtad 2020-03-10).
- Nationalencyklopedin (u.å.[c]). *Kvantitativ metod*. URL: <http://www.ne.se.ezproxy.its.uu.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kvantitativ-metod> (hämtad 2020-03-10).
- Naturvårdsverket (2018). *Deponering av avfall*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/Deponering-av-avfall-/> (hämtad 2019-09-13).
- Naturvårdsverket (2019). *Vägledningar om avfall*. URL: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Avfall/> (hämtad 2019-09-14).
- RUF (2014). *Metal Biquetting Process*. [Video]. URL: https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&v=0txxvhl6zTs&feature=emb_logo (hämtad 2019-11-26).
- RUF (2017). *Grinding Sludge Goes Green. Briquetting for the Environment*. URL: <https://www.ruf-briquettes.com/briquetting-insights/grinding-sludge-goes-green/> (hämtad 2019-11-26).
- RUF (2019). *Metal Scrap Processing Equipment*. URL: <https://www.ruf-briquettes.com/materials/grinding-sludge-recovery> (hämtad 2019-11-27).
- Sabel, J (2019). *Miljö*. URL: <https://www.business-sweden.se/Export/tjanster/utbildningar-och-guider/guider-om-exportregler/csr-guiden/1.-analysera-mojligheter-och-risker/miljo/> (hämtad 2019-09-16).
- Sandvik (2019). *Kunskap om skärande bearbetning*. URL: <https://www.sandvik.coromant.com/sv-se/knowledge/pages/default.aspx> (hämtad 2019-10-18).

- SCB (2018). *Uppkommet avfall*. URL: <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/avfall/avfall-uppkommet-och-behandlat/pong/tabell-och-diagram/uppkommet-avfall/> (hämtad 2019-09-13).
- SIS (2015). *Ledningssystem för kvalitet - Principer och terminologi (ISO 9000:2015)*. URL: <https://www.sis.se/produkter/foretagsorganisation/foretagsorganisation-och-foretagsledning-ledningssystem/ledningssystem/sseniso90002015/> (hämtad 2019-12-03).
- SKF (2017). *SKF slår rekord i återvinning av restprodukter*. URL: <https://www.skf.com/se/news-and-media/news-search/2017-nov-08-SKF-slaar-rekord-i-atervinning-av-restprodukter-2724412.html> (hämtad 2019-11-27).
- SKF (2019). *Minimal quantity lubrication systems*. URL: <https://www.skf.com/group/products/lubrication-solutions/lubrication-systems/minimal-quantity-lubrication-systems/index.html> (hämtad 2019-11-14).
- Stenarecycling (2017). *Så får vi stålet att cirkulera*. URL: <https://www.stenarecycling.se/nyheter/sa-far-vi-stalet-att-cirkulera/> (hämtad 2019-10-01).
- Teknik, ACO Miri (2009). *Normer och anvisningar för projektering, dimensionering och installation- Oljeavskiljare*. URL: http://www.aco-nordic.se/media/103637/MIRI%5C%20Teknik_Oljaavskiljare.pdf (hämtad 2019-10-17).
- VDA (2016). *Standardization*. URL: <https://www.vda.de/en/topics/safety-and-standards/standardization/standardization-project-for-validating-vehicle-dynamics-simulation-models.html> (hämtad 2019-12-17).
- Verksamhet.se (2019). *Räkna ut vad en anställd kostar*. URL: <https://www.verksamt.se/alla-e-tjanster/rakna-ut> (hämtad 2019-12-12).

Interna källor

- Mercatus (2011a). ”*Tekniska specifikationer för briketteringsanläggningen på transmissionsavdelningen*”. Internt dokument från transmissionsavdelningen.
- Mercatus (2011b). ”*Underlag för briketteringsanläggningen på transmissionsavdelningen*”. Internt dokument från transmissionsavdelningen.
- Scania (2015a). ”*Processvätskor*”. Internt dokument från Scantias databas.
- Scania (2015b). ”*Scania Production System*”. Scantias intranät.
- Scania (2016). ”*Waste Roadmap*”. Internt dokument från Scantias databas.
- Scania (2018). ”*Closing the loop*”. Internt dokument från Scantias databas.
- Scania (2019a). ”*Avfallshantering på Scania*”. Scantias intranät.
- Scania (2019b). ”*Avfallsrutiner*”. Scantias intranät.

Scania (2019c). ”*Avfallsstatistik från DM*”. Scantias intranät.

Scania (2019d). ”*Funktionsbeskrivning av sluttvatten på DMAEB*”. Scantias intranät.

Scania (2019e). ”*Företagspresentation*”. Scantias intranät.

Scania (2019f). ”*Instruktion lossning spillvatten/restemulsion från PRU på Scania Södertälje*”. Scantias intranät.

Scania (2019g). ”*Lokal SHE*”. Scantias intranät.

Scania (2019h). ”*Om maskinbearbetning och gjuteri*”. Scantias intranät.

Scania (2019i). ”*Scania CV AB*”. Scantias intranät.

Scania (2019j). ”*Standarder*”. Scantias intranät.

Scania (2019k). ”*Teknisk bestämmelse*”. Scantias intranät.

Scania (2019l). ”*Teknisk Renhet*”. Scantias intranät.

Scania (2019m). ”*TFP 2019. Technical Regulations for Machines and Production Equipment*”. Internt dokument från Scantias intranät.

Böcker

Davis, J. (2002). *Understanding The Basics*. Surface Hardening of Steels. Second Edition. New York: ASM International. ISBN: 0871707640.

Grieshaber, H. och T Raatz (2014). *Basic principles of the diesel engine*. Reif K. (eds) Fundamentals of Automotive and Engine Technology. Bosch Professional Automotive Information. Wiesbaden: Springer Vieweg. DOI: 10.1007/978-3-658-03972-1_4.

Harrington, J. (1987). *Poor Quality Cost*. Milwaukee: ASQC Quality Press. ISBN: 0-8247-7743-3.

Jacobsen, D.I. (2002). *Vad, hur och varför?* Samhällsvetenskaplig forskning metodik. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur. ISBN: 9144040962.

Kohl, R. och K. Mittal (2010). *Particle Deposition, Control and Removal*. Developments in Surface Contamination and Cleaning. New York: William Andrew Publishing. DOI: 10.1016/C2009-0-61579-8.

Malkin, Stephen och Changsheng (2008). *Theory and application of machining with abrasives*. Grinding Technology. First edition. New York: Industrial Press. ISBN: 9780831132477.

Norgren, O., R. Bergström, C. Spännar, L. Wennberg, I. Nieminen, M. Säynätjoki och M. Routio (2002). *Miljovanligare mekaniska metallbearbetningsprocesser*. Surface Hardening of Steels. Köpenhamn: Nordiska Ministeradet. ISBN: 9289307765.

Shanker, N. och S. Bane (2015). *Basic Aspects of Absorption and Fluorescence Spectroscopy and Resonance Energy Transfer Methods*. Biophysical Tools for Biologists, Volume One: In Vitro Techniques. New York: State University of New York Press. DOI: 10.1016/S0091-679X(07)84008-8.

Artiklar

Enderle, P., O. Nowak och J. Kvas (2011). "Potential alternative for water and energy savings in the automotive industry: case study for an Austrian automotive supplier". I: *Journal of Cleaner Production*, Vol. 34, ss. 146-152. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.11.013.

Jeremiah, J., B.K. Reck, T. Wang och T.E. Graedel (2007). "The energy benefit of stainless steel recycling". I: *Energy Policy*, Vol. 36, ss. 2-14. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.08.028.

Johnson, R., A. Onwuegbuzie och L. Turner (2007). "Toward a definition of mixed methods research". I: *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 1. DOI: 10.1177/1558689806298224.

Krishnan, S. (2006). "Increasing the visibility of hidden failure costs". I: *Measuring Business Excellence*, Vol. 10, ss. 77-101. DOI: 10.1108/13683040610719290.

Mandich, N. (2003). "Surface Preparation of Metals Prior to Plating". I: *Metal Finishing*, Vol. 101, ss. 8-10, 12, 14, 16-22. DOI: 10.1016/S0026-0576(03)90245-5.

Nakamura, K., Y. Yasuyuki, S. Tetsuo och S. Katsuhiro (2001). "European Patent Application". I: *European Patent Office*.

Naturvårdsverket (2007). "Oljeavskiljare". I: *FAKTA, Rapport: 8283*. URL: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-8283-3.pdf> (hämtad 2019-11-15).

Schulz, D. (2012). "Process Optimization by Means of Continuous Monitoring of Cleaning and Rising Baths". I: *Metal Finishing*, Vol. 110, ss. 30-32. DOI: 10.1016/S0026-0576(13)70099-0.

Schumann, D. (2009). "Controlled Cleaning by Measuring Surfactant Concentration". I: *Metal Finishing*, Vol. 107, ss. 25-30. DOI: 10.1016/S0026-0576(09)00039-7.

SITA (2014). "Assuring parts cleanliness, increasing economic efficiency". I: *Int Surf Technol* 7, ss. 37-39. DOI: 10.1365/s35724-014-0262-3.

Tulinski, E. (2002). "Aqueous washing systems". I: *Metal Finishing*, Vol. 105, ss. 129-138. DOI: 10.1016/S0026-0576(07)80327-8.