

RE: SOURCE

Slutrapport för projekt

Utvärdering av användningen av svenskt gjuterisandsavfall i tillverkning av asfaltblandningar

Evaluating the use of Swedish by-product foundry sand in asphalt mixtures manufacturing

Projektperiod: februari 2020 till mars 2021
Projektnummer: 49713-1

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

**Strategiska
innovations-
program**

Evaluating the use of Swedish by-product foundry sand in asphalt mixtures

Utvärdering av användningen av svensk biprodukt gjuterisand i asfaltblandningar

Titel på projektet – svenska
Utvärdering av användningen av svensk biprodukt gjuterisand i asfaltblandningar
Titel på projektet – engelska
Evaluating the use of Swedish by-product foundry sand in asphalt mixtures
Universitet/högskola/företag
VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut
Adress
Olaus Magnus väg 35, 583 30 Linköping
Namn på projektledare
Dina Kuttah
Nyckelord: 5-7 st
Asphalt mixtures, by-product foundry sand, indirect tensile strength, moisture induced sensitivity tests, resilient modulus.

Förord

This report is the final report for the project “Evaluating the use of Swedish by-product foundry sand in asphalt mixtures manufacturing”. The project is 50% financed by the Swedish Energy Agency within the framework of the Strategic Innovation Program RE: Source. Also, the project has been co-funded (50%) in the form of cash and in-kind funding by partners from the foundry industry, namely, Sibelco Nordic AB, Federal- Mogul Göteborg foundry AB and Storebro foundry AB.

The author would like to thank Peter Nayström from the Swedish Foundry Association, and Kenneth Olsson from Skanska Industrial Solutions AB for their interest in the project and their valuable feedbacks.

A special thanks goes to Olle Ahlström from Storebro AB foundry, Johan Öberg from Federal- Mogul Göteborg foundry AB and Peter Hedlund from Sibelco Nordic AB for their interest and support to the project. Thanks also goes to Dr. Penny Pipilikaki from Sibelco for the job she has done to ensure intensive environmental analysis of the used foundry sand and asphalt mixtures at Sibelco.

The laboratory investigations at VTI have been carried out with the help of my colleagues Andreas Waldemarson, Henrik Hellman and Håkan Arvidsson.

Thank you all for your contributions to the project!

Linköping, February 2021

Dina Kuttah

Project manager

Innehållsförteckning

List of abbreviations	4
Sammanfattning	5
Summary	7
Introduction.....	8
Foundry Sand.....	9
Using of BFS in Asphalt Mixtures	10
Literature review on the effect of BFS on the technical performance of asphalt mixtures	10
Historical overview on large scale usage of asphalt mixtures incorporating BFS	11
Requirements for a partial replacement of natural fine aggregates by BFS in asphalt mixtures	11
Processing Requirements.....	11
Technical requirements.....	12
Environmental requirements.....	13
Testing Plan and Flowchart	14
Materials Used	15
Aggregate.....	15
Types and gradations of the used aggregates.....	15
Environmental analysis of the used BFS	19
Binder content.....	21
Testing Methodology.....	22
Preparation of the asphalt mixtures for laboratory tests	22
Laboratory tests carried out on the asphalt samples	24
Environmental analysis.....	24
Technical characteristics tests.....	24
Results and Discussions.....	30
Environmental analysis results	30
Technical characteristics tests results	33
Static water sensitivity tests results	33
Void ratio tests results.....	36
Marshall stability and flow tests results.....	37
Resilient modulus tests results.....	38
Moisture induced sensitivity test (MIST) results.....	39
Conclusions and Recommendations	40
List of publications	42
Project communication	42
References.....	42
Appendix 1.....	46
Full environmental analysis on BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry	46
Appendix 2.....	52
Permits of using BFS from Storebro foundry AB according to the Environmental Code.....	52

List of abbreviations

ABT= Dense Asphalt Concrete - Wear layer for low and medium trafficked surfaces

D = Specimen diameter, mm

DOT= Department of Transportation

HMA= Hot mix asphalt

ITS = Indirect tensile strength, kPa

ITSR = The tensile strength ratio (%)

ITSRD = Tensile strength of five unconditioned (dry) specimens (MPa)

ITSRW= Tensile strength of five conditioned (wet) specimens (MPa)

KM= Sensitive land use

MIST= Moisture Induced Sensitivity Test

MKM= Less sensitive land use

MR= Resilient modulus

P = Maximum load, N

t = Specimen height immediately before test, mm

V_a= The air voids content of the asphalt specimen, in 0.1% (by volume)

XRD= X-Ray Diffraction

XRF= X-ray fluorescence

ρ_b= The bulk density of the specimen, in (Mg/m³)

ρ_m= The maximum density of the mixture, in (Mg/m³)

Sammanfattning

Det är välkänt att återvinning av restprodukter sparar på naturresurser, minskar restproduktsvolymen och minskar behovet av jungfruliga material. Stålintustrin producerar en mängd metallkomponenter för industrikomplex som bilindustrin, som i sin tur genererar kasserade sandformar. Även om denna sand är ren före användning kan den efter gjutning innehålla föroreningar (t.ex. bränt kol, kvarvarande bindemedel, metallpartiklar och damm). Därför hamnar stora mängder överflödigt gjutningssand (BFS) och tar upp stora volymer på deponier. I Sverige hamnar cirka 200000 ton överskott av BFS på deponier. Transport- och byggindustrin har den största potentialen för återanvändning av restprodukter eftersom de använder stora mängder obundna material årligen.

Eftersom det är mycket önskvärt att ersätta naturliga jordar och aggregat med robusta industriella biprodukter, handlar den aktuella forskningen om återvinning av gjuterisand som restprodukt i asfaltblandningar. Följaktligen har ett experimentarbete utförts för att utvärdera den möjliga användningen av två utvalda BFS från två svenska gjuterier i en konventionell svensk asfaltblandning, nämligen ABT 11. Bitumeninnehållet har valts att vara av typ 160/220 och har lagts till blandningarna med en bindemedelshalt på 6% av den totala vikten av asfaltblandningen för alla beredda serier. BFS som kommer från olika gjuterier kan skilja sig åt i dess partikelstorleksfördelning och densitet baserat på typen av original sand och typen av tillsatser som gjuterierna tillsätter. En av de BFS som användes i denna studie togs från Federal-Mogul Göteborg gjuteri AB, betecknad FM-serien, innehåller vattenglas (natriumsilikat) härdat med Veloset 1 och 3 som tillsatser. Den andra BFS togs från Storebro gjuteri AB och utsågs till S-serien i denna studie. Detta gjuteri använder formar som handformas med furansand, där furanharts verkar som bindemedel.

Det experimentella förfarandet för denna forskning har fokuserat på dosering, miljö och tekniska egenskaper för samma blandningstyp ABT 11 och samma bitumen 160/220 men vid olika ersättningsförhållanden för den konventionella finsandfraktionen 0-2 mm med BFS. De testade asfaltblandningarna inkluderar en referensserie utan någon BFS-ersättning, tre serier med delvis ersättning av BFS från Federal-Mogul Göteborg-gjuteri vid 1%, 4% och 8% av den totala vikten av asfaltblandningen och tre serier med partiell ersättning av BFS från Storebro gjuteri vid 4%, 8% och 12% av den totala vikten av asfaltblandningen. Miljökraven utöver de tekniska kraven, nämligen hålrums halt, statisk indirekt draghållfasthetsförhållande och styvhetsmodul före och efter fuktinducerade känslighetstester av asfaltblandningarna har undersökts i den aktuella studien.

Testresultaten visade att asfaltblandningen med 8% BFS från Storebro gjuteri har uppfyllt de svenska standardkraven för ABT 11 160/220 enligt svenska Trafikverket. Det rekommenderas därför ytterligare undersökning av denna vid långvarig trafikbelastning och klimatbetingelser. Å andra sidan rekommenderas asfaltblandningar med upp till 1% BFS från Federal-Mogul Göteborg gjuteri för ytterligare undersökningar under långvarig trafikbelastning och klimatförhållanden på grund av den höga vattenkänsligheten hos denna BFS.

Nyckelord:

Asfaltblandningar, restprodukt gjutningsand, indirekt draghållfasthet (ITSR), fuktinducerade känslighetstester (MIST), styvhetsmodul.



Provkroppar av asfalt med diameter 100 mm tillverkas på VTIs laboratorium.

Summary

It is well known that recycling of by-product materials saves natural resources, reduce by-product volumes, and reduce the need to virgin materials. The steel industry produces a myriad of metal components for industrial chains such as the automobile industry, which in turn generates mineral discarded sand molds. Although these sands are clean before their use, after casting they may contain contaminants (e.g., burnt carbon, residual binder, metal particles and dust). Therefore, huge quantities of excess by-product foundry sand (BFS) end up occupying large volumes in landfills. In Sweden, approximately 200000 tonnes of excess BFS end up in landfills. The transportation and construction industries have the greatest potential for reuse by-products because they use vast quantities of earthen materials annually.

Since replacement of natural soils and aggregates with solid industrial by-products is highly desirable, the current research deals with recycling by-product foundry sand in asphalt mixtures. Accordingly, an experimental work has been undertaken to evaluate the possible use of two chosen BFS from two Swedish foundries in a conventional Swedish asphalt mixture, namely, ABT 11. The bitumen content has been chosen to be of type 160/220 and has been added to the mixtures at 6% of the total weight of the asphalt mixture for all the prepared series. The BFS coming from different foundries could differ in its particle size distribution and density based on the type of the original sand and the type of the additives added by the foundries. One of the BFS used in this study was brought from Federal- Mogul Göteborg foundry AB, designated as FM series, contains water glass (Sodium silicate) cured with Veloset 1 and 3 as additives. The other BFS was brought from Storebro foundry AB and designated as S series in this study. This foundry uses castings by hand molding with furan resin sand, in which furan resin plays a role as a bonding agent.

The experimental procedure of this research has focused on the dosage, environmental and technical properties of the same mixture type ABT 11 and the same bitumen 160/220 but at different replacement proportions of the conventional fine sand fraction 0-2 mm with BFS. The tested asphalt mixtures include one reference series without any BFS replacement, three series with partial replacement of BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry at 1%, 4% and 8% by the total weight of the asphalt mixture and three series with partial replacement of BFS from Storebro foundry at 4%, 8% and 12% by the total weight of the asphalt mixture. The environmental requirements in addition to the technical requirements, namely, void ratio, static indirect tensile strength ratio, and resilient modulus before and after moisture induced sensitivity tests of the asphalt mixtures have been investigated in the current study. The test results demonstrated that the asphalt mixture with 8% BFS from Storebro foundry has fulfilled the Swedish standards requirement for ABT 11 160/220 as specified by the Swedish Transport Administration and hence it is recommended for further investigation under long-term traffic loading and climate conditions. On the other hand, asphalt mixtures with up to 1% BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry is recommended for further investigations under long-term traffic loading and climate conditions due to the high-water sensitivity of this BFS.

Introduction

Recycling of by-product construction materials saves natural resources, saves energy, reduce by-product volumes, reduce the need to mine virgin materials, and may reduce costs for both producers and end users (United States Environmental Protection Agency, 2007). Therefore, extensive research has been undertaken to develop systems for solid waste management to maximize the volume of by-products recovered for reuse and/or recycling (Bakis et. al. 2006, Kuttah et. al. 2015, Kuttah and Porot 2019, Chen and Liu 2020), among others. The transportation and construction industries have the greatest potential for reusing the industrial by-products because they use vast quantities of earthen materials annually.

According to Campelo (2019), the steel industry produces a myriad of metal components for industrial chains such as the automobile industry, which in turn generates mineral discarded sand moulds (by-product foundry sand, BFS) that end up occupying large volumes in landfills.

Europe's foundries recycle annually large amounts of sand in their internal cycles. In order for the cycle to function technically, it is required that a certain proportion of virgin sand is added in the form of cores or as an additive in the mixture of the molding sand. The corresponding amount of sand must also leave the system in the form of excess by-product sand and dust. This means that the foundries generating large amounts of excess sand annually. In Sweden today, approximately 200,000 tonnes of by-product foundry sand are produced and approximately 3 million tonnes circulate in the foundries' internal cycle (Lindskog and Lassesson, 2018).

Since replacement of natural soils and aggregates with solid industrial by-products is highly desirable, many researchers have been focused on recycling and reusing solids industrial by-products in new manufacturing of building materials including asphalt.

In Sweden, the reclaimed asphalt is the major recycled materials used in the production of new asphalt. In addition, intensive research has been carried out to used steel slag in manufacturing new asphalt mixtures. Nevertheless, the current research deals neither with recycling of reclaimed asphalt nor slag but it deals with recycling of other by-product, namely, foundry sand in asphalt mixtures.

Due to the fact that the number of landfills in Europe decreases and the environmental requirements for the use of residual material increase, there are increasing challenges for the foundries to find a sustainable use of their excess by-product foundry sand.

As far as the author knows, this is the first study in Sweden dealing with this issue and the research teams hope that this report will open the door for future standardizing and usage of the Swedish by-product foundry sand in manufacturing asphalt mixtures in a wider range.

Accordingly, an experimental work has been undertaken to demonstrate the possible use of BFS in asphalt mixtures and to evaluate the performance of a chosen asphalt

mixture incorporating different percentages of Swedish BFS produced by two foundries namely Federal- Mogul Göteborg foundry AB and Storebro foundry AB.

Foundry Sand

The material to be used to form molds and cores for steel casting in a foundry should have both cohesiveness and porosity properties at the same time. Virgin foundry sand consists of three components sand, clay and water. The physical, chemical and technical characteristics of virgin foundry sand make it a popular material for sand molds, but after several reuses in molds and cores, it becomes a by-product foundry sand “BFS” (Bakis et al. 2006). To produce durable molds and cores in sand, it is required that the sand grains be bonded together with binder. Adding binder (bentonite, resins, cement, sodium silicate and oils) will improve the cohesiveness of the sand grains but will tend to reduce porosity. Additives are added to the bonded sands either during the molding process or during the casting process or both (Javed 1994). Nowadays, a large number of different binder systems are used for molding and core masses, among others Na-Silicate water glass, bentonite, cement, salt and phosphates Gjuterihandboken (2015). Generally, the molding processes consists of mixing raw sand with additives, preparing of the molds and core production, melting and casting, then material separation, recycling of sand and scrap metal, and finally collecting products and by-products, see Figure 1.

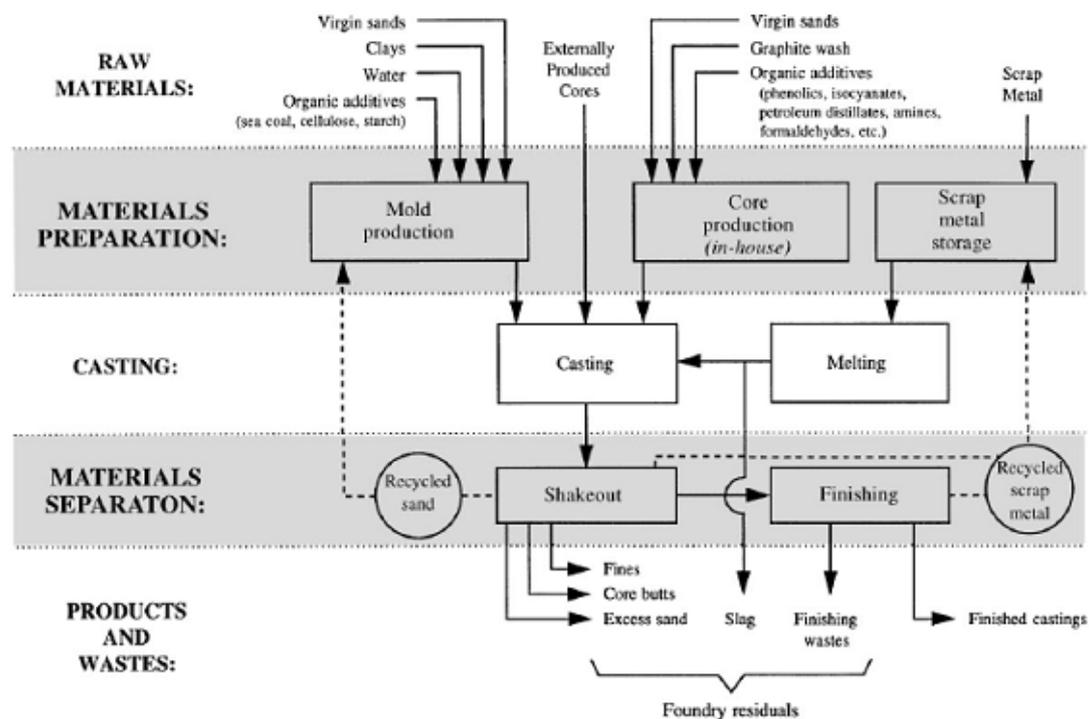


Figure 1: Schematic of foundry sand processes and material flows (Bastian and Alleman, 1998)

Using of BFS in Asphalt Mixtures

Hot mix asphalt (HMA) is produced in both fixed and mobile asphalt plants that are close to infrastructure. Asphalt consists mainly of stone material (approx. 95%) and bitumen (approx. 5%). Sand is used as a fine fraction in HMA. A life cycle analysis has shown reduced environmental impact when by-product sand replaces virgin sand in various applications (Lindskog och Lassesson, 2018). In all cases, the new road materials which contains by-products must satisfy the technical functions and the environmental requirements before any large-scale usage.

Literature review on the effect of BFS on the technical performance of asphalt mixtures

Concerning physical characteristics, it was found that for asphalt mixtures incorporating BFS, the percentage of air voids of the asphalt mixtures increase with increasing the BFS contents in the mixtures (Javed, 1994).

The densities of the asphalt mixtures were found to decrease as the percentage of BFS increase (Tikalsky et al, 2004; Bakis et al., 2006; Dyer et al., 2021).

Regarding the optimum binder content, it was found that for HMA mixtures containing various amounts of BFS, the optimum binder content increased with increasing the BFS percentage (Dyer et al 2021).

Regarding the technical characteristics of the asphalt mixtures incorporating BFS, it was found that the Marshall stability of the asphalt samples decreased as the quantity of BFS increased (Javed, 1994; Bakis et al., 2006; Dyer et. al, 2018 and Gedik et. al 2018) and Marshall flow decreased with increasing BFS in the asphalt mixtures (Bakis et al., 2006; Dyer et al 2021).

With respect to the indirect tensile strengths (ITS) of the asphalt mixtures, it was found that the ITS decreased as the percentage of BFS increased (Javed, 1994; Bakis et al., 2006; Gedik et al., 2018 and Dyer et al., 2021).

In relation to moisture susceptibility, it has been found that the BFS has a little effect on the moisture susceptibility of the mixtures. Some researchers contend that when BFS replacement is higher than 15%, asphalt mix may become more sensitive to moisture damage (i.e., stripping) due to the presence of silica (Winkler and Bol'shakov, 2000): Generally, the BFS, may decrease the unconditioned (dry) tensile strength and thus reduce the durability of asphalt mixtures; on the other hand, BFS do not necessarily increase or decrease a mixture's rutting potential but do improve fatigue performance (Tikalsky et al, 2004). Superpave performance tests carried out in Wisconsin showed a potential for positive performance in using BFS. In particular, it was found that the stability of HMA with by-product foundry sand could be higher than HMA with conventional sand; moisture resistance was higher than mixes with conventional sand; and some mixes demonstrated increased resistance to rutting (Delange et al., 2001).

However, Studies have shown that by-product foundry sand can be used to replace between 8 and 25 percent of the fine aggregate content in asphalt mixes (FIRST, 2004).

It is important to highlight that although by-product foundry sand can be successfully incorporated into asphalt mix designs, large variability can exist between sands. Therefore, each sand should be treated as a unique source of aggregate (Tikal'sky et al., 2004).

Historical overview on large scale usage of asphalt mixtures incorporating BFS

By-product foundry sand has been used successfully as a partial replacement for the fine aggregate in hot mix asphalt pavements (HMA), (Collins and Ciesielski 1994 and FIRST, 2004).

Pennsylvania DOT allows the use of 8 to 10 percent foundry sand in asphalt mixtures. One asphalt producer in Michigan consistently supplies HMA with 10 to 20 percent recycled foundry sand to replace conventional aggregate. A hot mix producer in Ontario, Canada has also used foundry sand since 1994 in both foundation and surface HMA layers (FIRST, 2004).

In 2003, Weil-McLain partnered with Reith-Riley, a large Indiana paving contractor, to use foundry sand in a commercial asphalt mix. The asphalt was used at the AM General Test Track for Hummers in Mishawaka, Indiana. The foundry sand made up roughly 10% (by weight) of the asphalt aggregate. Reith-Riley reported that they believed using the foundry sand contributed to producing a smooth finish surface for the asphalt (FIRST, 2009).

Requirements for a partial replacement of natural fine aggregates by BFS in asphalt mixtures

For by-product foundry sand to be suitable for a partial replacement of natural fine aggregates in asphalt mixtures, processing, technical and environmental requirements should be considered and fulfilled as discuss below.

Processing Requirements

In order to consider by-product foundry sand for a partial replacement of natural fine aggregates in asphalt mixtures, it should be free of objectionable materials such as wood, garbage, and metal, which can be introduced at the foundry. By-product foundry sand should also be free of thick coatings of burnt carbon, binders, and mold additives. These constituents can inhibit adhesion of the asphalt binder to the foundry sand (Hughes, 2002).

As mentioned previously, the amount of by-product foundry sand used in asphalt mixtures depends largely on the quantity of fines in the sand and therefore the

asphalt producers should run test batches with the local by-product foundry sand source to adjust the mix design. To satisfy the gradation requirements for HMA fine aggregates, the by-product foundry sand should be blended with crushed rock sand at the hot mix plant. Crushing and screening of by-product foundry sand may be required to reduce the size of any oversize core butts or un-collapsed molds prior to use as aggregate (Kuttah et. al, 2018).

By-product foundry sand containing bentonite may be processed to reduce the fine content because it may affect the asphalt performance. Clay clumps can be removed by screening and/or washing, while iron and rubbish can be removed with magnets and/or hand separation (Hughes, 2002). An additional note that the foundries should consider is that stockpiles of sufficient size should be accumulated so that product uniformity can be achieved. This may necessitate the accumulation of a substantial quantity of by-product foundry sand in a central site at a specific foundry or group of foundries before transferring the material to hot mix producers.

Technical requirements

As mentioned previously, foundry sands coming from different production centers could differ in its particle size distribution and density. Therefore, any material to be used in the asphalt mixture should be characterized to check its suitability with technical requirements for their specific use. Some properties of by-product foundry sand that are of particular interest when used in asphalt paving applications include, among others, particle distribution and gradation, clay content and plasticity, density and absorption, and stripping.

- *Particle size distribution and gradation*

Generally, the grain size distribution of by-product foundry sand is uniform. Usually, the gradation of BFS tends to fall within the limits of a poorly graded fine sand that has relatively uniform size.

ASTM has been developing a standard for the use of by-product foundry sand in HMA. The technical problems associated with using BFS in asphalt is that the BFS is generally finer than conventional sand (in Sweden, the conventional sand usually come from crushed rock). The fine fraction is generally the limiting property for the percentage that can be replaced with BFS.

Therefore, for this study, the particle size distribution and gradation properties of the chosen BFS have been declared according to SS-EN 933-1 (2012).

- *Density and absorption*

The density of the used sand should be declared according to SS-EN 1097-6 (2013). Regarding the absorption, in general, a higher percentage of fines contributes to higher absorption percentages (Miller et al., 2001). Usually, foundry sand has an absorption between 0.73 and 6.20 percent (FIRST, 2004).

- **Stripping**

Stripping is one of the essential properties that should be assessed when by-product foundry sand is incorporated into asphalt mixtures. According to Miller et. al. (2001), by-product foundry sand is usually composed of silica sand, coated with a thin film of burnt carbon, residual binder (bentonite, sea coal, resins), and dust. The hydrophilic nature of the (primarily silica) foundry sand, however, can result in stripping of the binder coating surrounding the aggregate grains, which will lead to fine aggregate loss and accelerated pavement deterioration. This problem can be mitigated by limiting the content of by-product foundry sand in the mix to 15 percent of the total mass of aggregate or using an antistripping additive (e.g. hydrated lime) to treat the aggregate against moisture damage (Miller et. al. 2001).

In this project the susceptibility to moisture damage of each prepared asphalt mixture (with and without BFS) has been examined in accordance with TDOK 2017:0650 (2017) and in accordance with ASTM D7870/D7870M-20 (2020).

Environmental requirements

The sand in Sweden is usually quartz feldspar sand, but can also be olivine, chromite or zircon sand (Lindskog and Lassesson, 2018). The content of the sand itself and the presence of heavy metal content (from the melt) affects the possibility of external recycling from an environmental point of view. Chrome and nickel from steel or copper and zinc from bronze / brass melt may remain in the sand. Sand from iron and aluminum casting is most investigated and is best suited for external recycling. The type of binder used by the foundries is of great importance for the possibility of external recycling of the sand, not least from an environmental point of view (Lindskog and Lassesson, 2018). In general, excess by-product foundry sand from foundries contains small amounts of contaminants and should therefore be used as a resource material in other applications as far as possible (Lindskog and Lassesson, 2018).

One of the biggest challenges is that the excess sand contains benzene residues, PAHs and phenolic substances. Benzene is the substance that is most difficult to deal with because the acceptable limits of benzene content in contaminated soil are very low in Sweden. There is therefore a clear desire to reduce the benzene content of excess sand to low levels. General guideline values according to the Swedish Environmental Protection Agency (2016) are 0.012 mg/kg TS for sensitive land use (KM) and 0.04 mg/kg TS for less sensitive land use (MKM).

In order to assess the risks that are considered significant, and due to the general complexity of the composition and nature of the casting sand used, appropriate analyzes should be performed on BFS from each individual source prior to reuse.

Testing Plan and Flowchart

The laboratory investigation on the effect of the chosen by-product foundry sand on the performance of a common Swedish asphalt mixture have been started by characterizing the physical, chemical and environmental properties of the aggregate (natural and by-product foundry sand) used to manufacture the asphalt samples. Also, the characteristics of the binder selected to be used in manufacturing the asphalt mixtures have been identified. Then series of technical and environmental analysis have been carried out on various asphalt samples prepared with and without BFS and different replacement percentages. The testing procedure given in Figure 2 has been adopted in the current study.

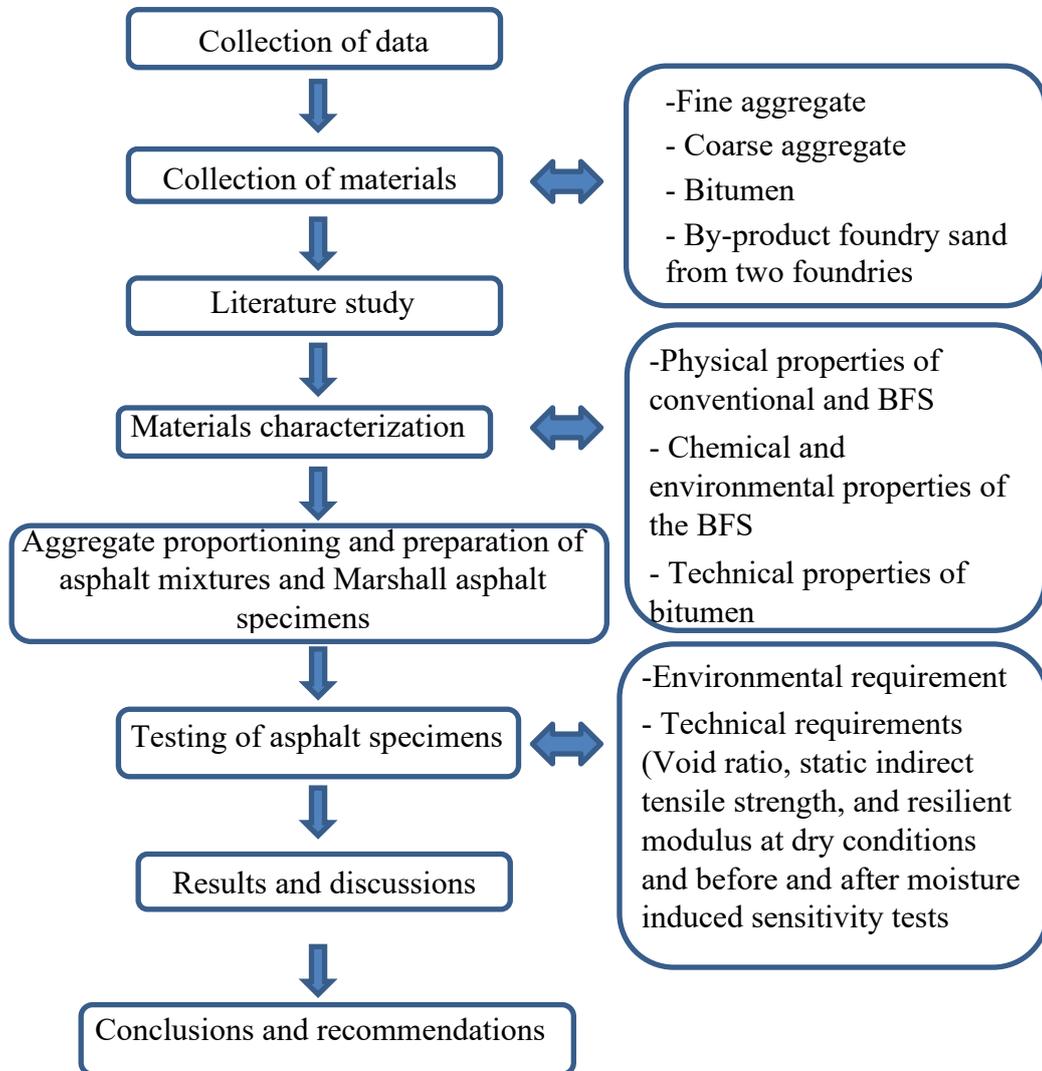


Figure 2: Testing program of the present study.

Materials Used

In this study, the adopted Swedish asphalt mixture is ABT 11 (160/220). This mixture has been chosen based on the fact that it is one of the most common asphalt mixtures used in Sweden nowadays and even the most asphalt mixture produced by Skanska asphalt plant which is closest to the Federal- Mogul Göteborg foundry AB. Therefore, this asphalt mixture type has been adopted to evaluate the influence of BFS from the two foundries involved in this study, namely, Federal- Mogul Göteborg foundry AB and Storebro foundry AB.

Aggregate

Types and gradations of the used aggregates

The coarse and fine aggregate and mineral filler are used in manufacturing asphalt mixtures. In Sweden, these aggregates usually come from natural crushed stone. In this study, the natural aggregate used to manufacture the asphalt mixtures are brought from Skärlunda in Östergötlands county (Sweden). In addition, two types of by-product foundry sand have been selected and used in this study, namely, by-product foundry sand produced by Federal- Mogul Göteborg AB foundry and the by-product foundry sand produced by Storebro foundry AB. These types of BFS have been used as fine aggregate in the asphalt mixtures by substituting partially the 0-2 mm fraction of the natural fine aggregate at different percentages. Therefore, the technical and environmental characteristics of each BFS used in this study have been examined and discussed thoroughly in addition to the natural aggregate.

The Federal- Mogul Göteborg foundry AB located in Mölnlycke, at Gothenburg in Sweden. This foundry produces blanks for the manufacture of piston rings for 2-stroke large bore engines, for the marine business area. Figure 3(A) shows the BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry used in this study. The annual production of excess BFS by Federal- Mogul Göteborg foundry is about 500 tons. The binder used is water glass (Sodium silicate) which is cured with (Veloset 1 and 3). This type is one of the most "environmentally friendly" binders used by foundries.

The other by-product foundry sand adopted in this study is produced by Storebro foundry AB in Kalmar county (Sweden). This foundry produces cast products that are used by pump and packaging companies, engineering and mining industry. Figure 3(B) shows the BFS from Storebro foundry used in the study. This foundry uses castings by hand molding with furan resin sand, in which furan resin plays a role as a bonding agent. The annual production of excess BFS by Storebro foundry is about 1200 -1400 tons.

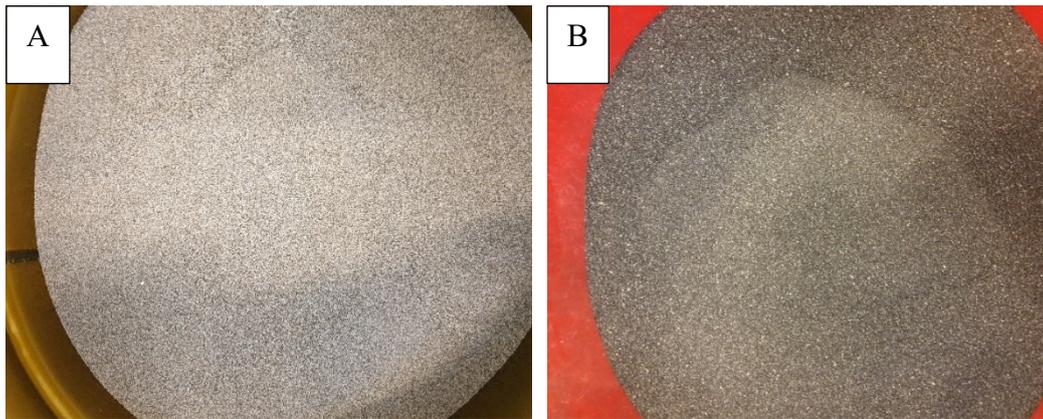


Figure 3: (A) BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry AB, and (B) BFS from Storebro foundry AB, photos by Dina Kuttah, VTI.

The particle size distributions of the two used BFS are shown in Figure 4. For comparison reasons, the size fraction 0-2 mm of the natural aggregate from Skärlunda is given on the same figure as well. According to Figure 4, the BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry AB has about 3% of its particle sizes smaller than 0.062 mm and about 97% falling between 0.062 and 1 mm. So, the particles are too large to replace part of the filler, thus in manufacturing asphalt mixtures of different BFS contents, it has been decided to replace part of the natural fine aggregate fraction of 0-2 mm by the BFS. The BFS from Storebro foundry has 100% of its particle sizes passing 2 mm sieve and retained on 0.062 mm sieve. This gradation makes the BFS suitable also to partially substitute the conventional fine aggregate fraction 0-2 mm. Note that the particle size distribution analysis of the two types of by-products foundry sand have been carried out at VTI as well as by the corresponding foundry, as given in Figure 4.

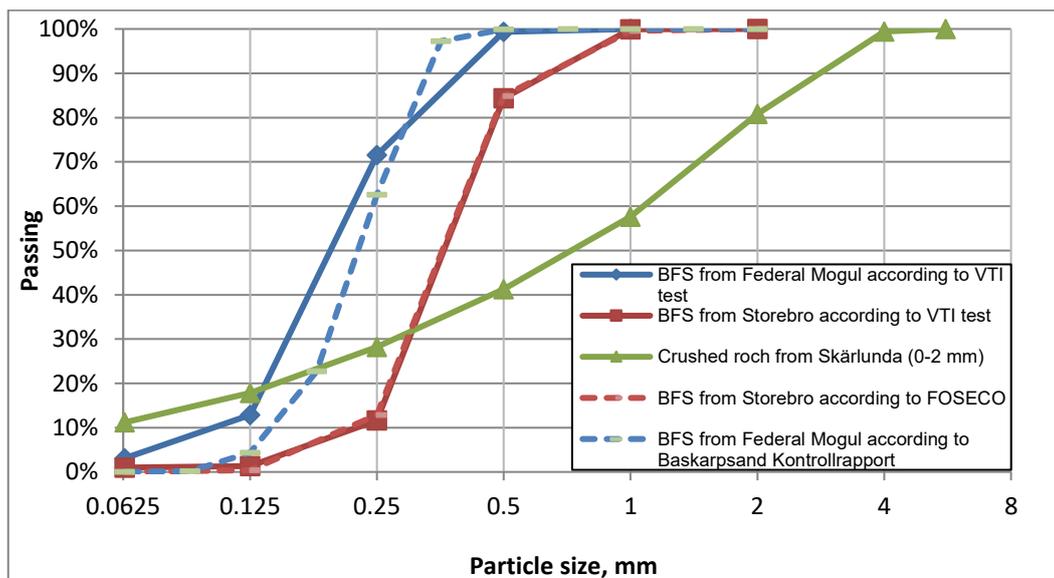


Figure 4: The particle size distributions of the used aggregates for fraction (0-2) mm.

The other fractions used to manufacture the asphalt mixtures were in accordance with TDOK 2013:0529 (2015) requirements for ABT 11 and brought from the same natural crushed stone source Skärlunda as the one for fraction 0-2 mm given in Figure 4. More details about the mix design of the adopted mixtures will be discussed in the next paragraphs.

Physical properties of the used aggregate

Regarding the physical properties of the used aggregate, Table 1 below shows the characteristics of the used natural aggregate from Skärlunda and the two used BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry AB, and Storebro foundry AB in terms of specific gravity and water absorption.

It can be seen from Table 1 that the specific gravity of the BFS from Federal- Mogul Göteborg and Storebro foundries are 2.63 and 2.58 respectively. These specific gravity values of the used BFS are closed to the specific gravity of 2.66 for the conventional fine sand from Skärlunda.

Furthermore, it can be seen from Table 1 that the water absorbability of the BFS from Federal- Mogul Göteborg is lower than the water absorbability of the BFS from Storebro foundry.

Table 1: The characteristics of the used aggregate from Skärlunda, BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry, and Storebro foundry.

Name of Test	Standard	Skärlunda	BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry AB	BFS from Storebro foundry AB
Specific gravity	SS-EN 1097-6 (2013)	2.66	2.63	2.58
Water absorbability	SS-EN 1097-6 (2013)	0.0%	0.1%	0.4%

The visual inspection of water absorbability of the used by-product foundry sand is shown in Figure 5.

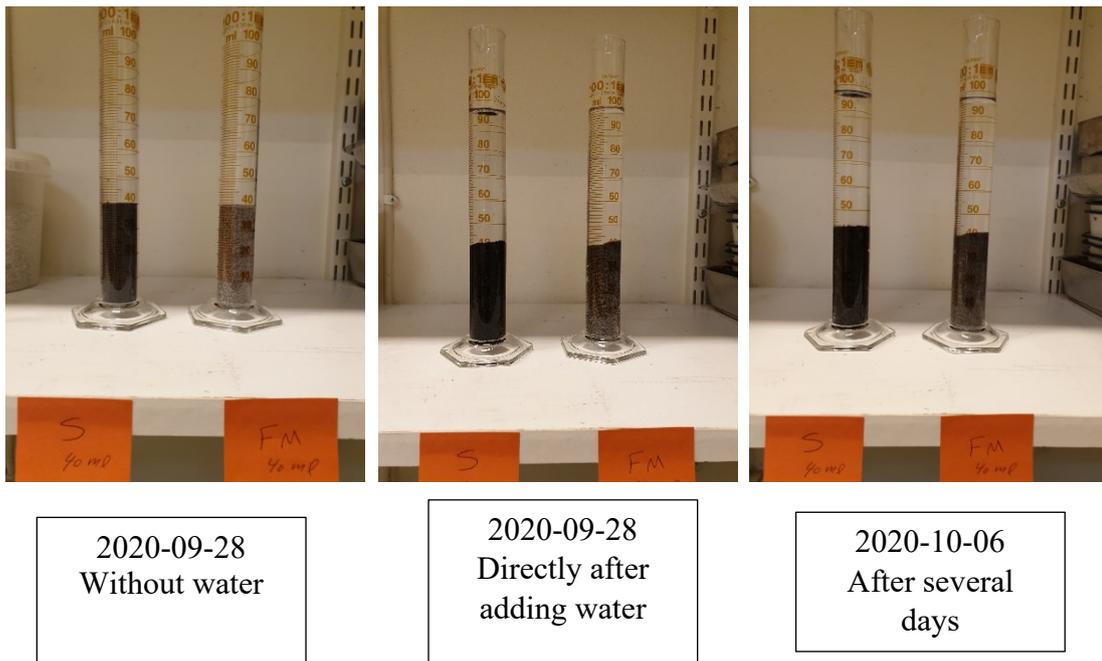


Figure 5: Visual inspection of the water absorbability of the used by-product foundry sand

It can be seen from Figure 5 that the BFS from Storebro, designated as (S) in Figure 5, had absorbed more water as compared to the same volume of (40 ml) of the BFS from Federal- Mogul (FM) something which goes well with the water absorption results given in Table 1. In both cases, the two chosen BFS have lower water absorbability as compared to the values of 0.73% to 6.2 % given by (FIRST, 2004).

Mineralogical composition of the used BFS

Table 2 indicates the result of XRF and XRD analysis carried out by Sibelco Technical Center Dessel on BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry and Storebro foundry. As shown in Table 2, the BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry and Storebro foundry are essentially formed by quartz mineral with 76.6% and 87.5% respectively. Table 2 shows also the composition of the main oxides present in the BFS from Federal- Mogul Göteborg and Storebro foundry obtained by XRF analysis. The high percentage of silica (SiO_2) in both types of BFS goes well with the XRD analysis since quartz is the most common form of crystalline silica.

Table 2: The XRF and XRD test results of the BFS from Federal- Mogul Göteborg and Storebro foundries

Description			By-product foundry sands	
			From Federal- Morgul Göteborg foundry	From Storebo Foundry
Unit				
Chemistry	Fe2O3	%	0.540	0.843
	Al2O3	%	4.564	2.648
	TiO2	%	0.094	0.047
	K2O	%	1.944	1.167
	CaO	%	0.406	0.180
	MgO	%	0.190	0.479
	Na2O	%	1.665	0.120
	SiO2	%	89.910	88.350
<i>Semi-</i>	BaO	%	0.047	0.028
	SrO	%	0.009	0.005
	ZrO2	%	0.031	0.039
	Cr2O3	%	0.003	0.249
	MnO	%	0.023	0.011
	P2O5	%	0.031	0.732
LOI	1100°C	%	0.138	4.059
Mineralogy	Quartz	%	76.6	87.5
	Plagioclase	%	12.2	4.9
	K Feldspar	%	10.9	7.1
	Mica	%	0.3	0.5

Environmental analysis of the used BFS

Table 3 shows the environmental analysis carried out on BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry and Storebro foundry by the foundries. Also, Table 3 illustrates the corresponding allowable values according to the Swedish Environmental Protection Agency's general guideline (2016) values for contaminated soil for MKM (less sensitive land use).

Table 3: The Environmental analysis of the BFS from Federal- Mogul Göteborg and Storebro foundries in addition to the limits specified by the Swedish Environmental Protection Agency (2016), all units given in mg/kg TS.

Substance	MKM (Road and industry)	Comments	BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry	BFS from Storebro foundry
Antimon	30		-----	<0.9
Arsenic	25		0.281	<0.36
Barium	300		5.44	8.3
Bly	400		<1	<4.5
Cadmium	12		<0.1	<0.09
Cobalt	35		0.275	<2.3
Copper	200		0.613	9.5
Mercury	2.5		<0.2	<0.05
Molybdenum	100		-----	<0.9
Nickel	120		0.513	6.8
Vanadin	200		0.952	<9
Zinc	500		1.70	<9
PCB-7	0.2	PCB-7 is assumed to be 20% of the PCB total	-----	<0.01
PAH-L	15	PAH with low molecular weight	<0.15	0.38
PAH-M	20	PAH with medium molecular weight	<0.25	
PAH-H	10	PAH with high molecular weight	<0.3	<0.3
Benzene	0.04	Anm 1, 2	0.032	0.23
Toluene	40	Anm 1, 2	<0.1	2.5
Ethylbenzene	50	Anm 1, 2	-----	<0.1
Xylene	50	Anm 1, 2	-----	<0.1
Aliphatic> C5-C8	150	Anm 1, 2	-----	<5
Aliphatic> C8-C10	120	Anm 1	<10	<5
Aliphatic> C10-C12	500	Anm 1	<20	<5
Aliphatic> C12-C16	500		<20	<5
Aliphatic> C16-C35	1000		<20	14
Aromat> C8-C10	50		-----	<5
Aromat> C10-C16	15		<1	<10
Aromat> C16-C35	30		<1	
Naphthalene	-----		< 0.1	0.23
Total Organic Carbon	-----		-----	1.9

In Table 3 above, Anm 1 are the substances that can, to a large extent, occur in pore air. Supplementary analyzes of ground air and indoor air are recommended. Anm2 are substances that can, to a large extent, occur in groundwater. Supplementary analyzes of groundwater are recommended.

It can be seen from Table 3 that the BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry fulfil the requirements of the Swedish Environmental Protection Agency's general guideline values for contaminated soil. Appendix 1 shows the full environmental analysis carried out on BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry with the corresponding analysis method for each substance.

Table 3 shows also that the BFS from Storebro foundry AB fulfil the requirements of the Swedish Environmental Protection Agency's general guideline values except for benzene content. On the other hand, the BFS from Storebro foundry AB is approved to be used in filling of the excavation slope in accordance with the Swedish Environmental requirements as shown in Appendix 2 (page 11 of the attached document). Moreover, the concentration of the benzene content in BFS from Storebro foundry will be reduced significantly when preparing the asphalt mixtures because it will be mixed with at least 88% natural aggregate.

Binder content

Bitumen of type 160/220 grading has been used in this study. The used bitumen has been produced by the oil refinery of Nynas. The characteristics of the binder selected to be used in manufacturing the asphalt mixtures have been identified with the corresponding analysis method as shown in Table (4). This binder has been chosen because it is the most popular type used in manufacturing ABT 11 asphalt mixtures by Skanska asphalt plant in Gothenburg. The one nearest to Federal-Mogul Göteborg foundry, as described previously.

Table 4: Properties of the bitumen type 160/220 used in this study.

Name of Test	Standard	Experimental value according to VTI	Standard value/range according to Nynas
Penetration (0.1mm) at water temperature of 25 C°	SS-EN 1426 (2015)	192	160-220
Softening point (C°)	SS-EN 1427 (2015)	40.0	35-43
Density (kg/m³)	SS-EN ISO 3838 (2004)	1014.1	-----
Kinematic viscosity, 135 °C (mm²/s)	SS-EN 12595 (2014)	-----	Min. 135
Breaking point Fraass (C°)	SS-EN 12593 (2015)	-----	Max. -15
Flash point (C°)	SS-EN ISO 2592 (2017)	-----	Min. 220

Testing Methodology

Preparation of the asphalt mixtures for laboratory tests

As described previously, the experimental tests carried out in this study contemplates testing the same mixture type ABT 11 and the same bitumen type 160/220 at 6% but at different replacement proportions of the conventional fine sand fraction 0-2 mm. The bitumen content has been chosen to be added to the mixtures at 6% of the total weight for all the prepared series because it is the most popular binder content percentage used for ABT 11 160/220 mixture. According to the Swedish Transport Administration requirement (TDOK 2013:0529), the minimum binder content of type 160/220 for ABT 11 is 5.8% by weight.

The tested asphalt mixtures include one reference (control) series without any BFS replacement, three series at 1%, 4% and 8% replacement proportions of the conventional fine sand by BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and three series at 4%, 8% and 12% replacement proportions of the conventional fine sand by BFS from Storebro foundry. Accordingly, it has been necessary to adjust and optimize the mixing fractions of each series to give the best fitting to the ideal particle size distribution of standard ABT 11 mixture. This has been done by using an Excel program available at VTI to optimize the particle size distribution to fit as much as possible any standard mixture if new fractions are to be introduced to the mixture.

Table 5 shows the resulting granulometric composition of the mineral aggregates with and without the addition of BFS from the two foundries.

As shown in Table 5, seven asphalt mixtures series have been prepared and tested in this study. The first series is the control asphalt mixture without any added BFS and designated as R. Three series were prepared with partial replacement of BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry at 1%, 4% and 8% by the total weight of the asphalt mixture and designated as FM 1%, FM 4%, and FM 8% respectively. Another three series were prepared with partial replacement of BFS from Storebro foundry at 4%, 8% and 12% by the total weight of the asphalt mixture and designated as S 4%, S 8% and S 12% respectively. For each series given in Table 5, fourteen asphalt samples of 100 mm diameter were prepared and compacted by Marshall compaction using 50 blows/ layers for each side of a Marshall specimen according to SS-EN 12697-30 (2019), see Figure 6.

The initial plan was based on studying the technical properties of asphalt samples prepared at zero BFS, 4%, 8% & 12% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and the same replacement percentage for mixtures with BFS from Storebro foundry. Upon the preliminary data collected from the initial tests, it has been found that the high percentages of 4% and 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry already affected the technical properties of the asphalt samples negatively, therefore, it has been decided to testing asphalt samples prepared with only 1% BFS replacement instead of the initially planned of 12% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry.

Table 5: Granulometric composition of mineral aggregate asphalt mixtures with and without BFS.

Aggregate	Mixture designation						
	R	FM 1%	FM 4%	FM 8%	S 4%	S 8%	S 12%
Filler	2.7	2.7	2.	3.1	3.8	5.1	6.7
0-2 mm	48.8	48.3	46.3	42.7	45	40.6	35.4
2-4 mm	0.3	1.1	4	8.5	4.2	8.5	13.5
4-8 mm	26	25.7	24.6	22.9	24.6	23.0	21.2
8-12 mm	12.6	12.7	13	13.5	13	13.4	14
12-16 mm	8.8	8.8	8.7	8.6	8.7	8.6	8.5
16-25 mm	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
% Total	100	100	100	100	100	100	100
% Replacement of BFS by weight of the conventional sand fraction 0-2mm	0	2.06	8.7	18.80	9	19.75	33.7
% Replacement of BFS by total weight of the total asphalt mixture	0	1	4.03	8.03	4.05	8.02	11.94
Type of BFS	None-Reference mixture	Federal-Mogul Göteborg foundry	Federal-Mogul Göteborg foundry	Federal-Mogul Göteborg foundry	Storebro foundry	Storebro foundry	Storebro foundry



Figure 6: Asphalt samples of 100 mm diameter prepared in accordance with SS-EN 12697-30 (2019), photo by Dina Kuttah-VTI

Laboratory tests carried out on the asphalt samples

Environmental analysis

In this study, different environmental suitability analyses have been carried out on chosen asphalt mixtures, namely the reference asphalt mixtures, the asphalt mixture with 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and the asphalt mixture with 12% Storbros foundry. The series that includes the maximum percentages of BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and the series that includes the maximum percentages of BFS from Storebro foundry have been included in this analysis. These tests included the leaching test ICP according to ASTM D3987-12 (2020) ICP quantitative sample mass and leaching test ICP according to ASTM D3987-12 (2020) ICP semi-quantitative sample mass in addition to pH test, as will be discussed in the next paragraphs.

Technical characteristics tests

- Water sensitivity of asphalt samples using static indirect tensile strength

In order to check the potential stripping problems with the use of the two chosen types of by-product foundry sand, Marshall specimens were prepared, and the stripping resistance (water sensitivity) of the samples was evaluated based on the loss of the indirect tensile strength (ITS) up on wetting according to TDOK 2017:0650 (2017).

The ITS test has been carried out according to SS-EN 12697-23 (2017). This test is a performance test which is often used to evaluate the moisture susceptibility of asphalt mixtures. In the ITS test, the peak load is recorded, and it is divided by appropriate geometrical factors to obtain the split tensile strength using Eq. 1:

$$ITS = \frac{2000 P}{\pi t D} \quad \dots\dots\dots (1)$$

where:

ITS = indirect tensile strength, kPa

P = maximum load, N

t = specimen height immediately before test, mm

D = specimen diameter, mm

According to the test standard of determining the water sensitivity of asphalt specimens. Ten Marshall specimens should be prepared for each tested series. Half of the specimens were saturated with water at negative pressure (absolute pressure 6.7 kPa) and then stored in a water bath at $40 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ for 7 days. The other five specimens were stored dry at room temperature ($20 - 25^\circ\text{C}$) for the same time. All specimens were tempered at the test temperature ($10 \pm 0,5^\circ\text{C}$) for 4 hours before the test, after which the tensile strength of the specimens is determined, see Figure 7.

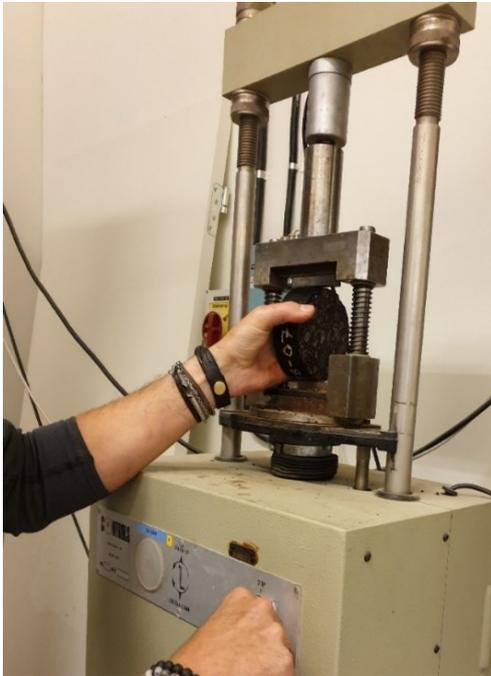


Figure 7: Measuring the indirect tensile strength of asphalt samples, photo by Dina Kuttah-VTI.

The indirect tensile strength ratio (ITSR) is a measure of water sensitivity. It is the ratio of the tensile strength of water conditioned specimen (I_{TSRW}) to the tensile strength of unconditioned specimen which is expressed as a percentage as given in Eq. 2.

$$ITSR = (I_{TSRW}/I_{TSRD}) * 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

where:

I_{TSR} = the tensile strength ratio (%),

I_{TSRW} = tensile strength of five conditioned (wet) specimens (MPa) and;

I_{TSRD} = tensile strength of five unconditioned (dry) specimens (MPa).

It is worth to mention that the average indirect tensile strength (ITS) for each dry test series shall be > 1000 kPa according to TDOK 2013:0529 (2015). However, this does not apply to masses made with bitumen softer than penetration bitumen 160/220 and not to fine-grained masses with a nominal stone max ≤ 8 mm.

In addition, the acceptable rang of ITSR limited by the Swedish Transport Administration is $ITSR \geq 75\%$ according to TDOK 2013:0529 (2015). A higher ITSR value typically indicates that the mixture will perform well with a good resistance to moisture damage.

- Void ratio

Air voids are small air spaces or pockets of air that occur between the coated aggregate particles in the final compacted HMA. It is one of the most important volumetric properties of an asphalt mixture that affects the mixture's stability and durability (Chen et al, 2013).

Density and air void content are directly related. The higher the density, the lower the percentage of air voids in the HMA. Specifications require pavement densities that produce the proper amount of air voids in the pavement. An asphalt mixture with air void content lower than optimum may cause rutting due to plastic flow, whereas higher air voids can result in premature cracking or raveling due to moistures and oxidation (Roberts et al., 1996)

The range of design air void values in laboratory compacted asphalt mixtures is included in asphalt mix design standards. Different types of asphalt include different design air voids. The Swedish Transport Administration (TRV) requirements for design air voids are set out in TDOK 2013:0529 (2015).

The air voids content of an asphalt specimen is calculated according to SS-EN 12697-8 (2019) using the maximum density of the mixture, according to SS-EN 12697-5 (2019) and the bulk density of the specimen, according to SS-EN 12697-6 (2020). This method has been adopted to test the void ratio of the Marshall asphalt specimens prepared in this study.

The air voids content is calculated as shown in Eq.3:

$$V_a = \frac{\rho_m - \rho_b}{\rho_m} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

where:

V_a = the air voids content of the asphalt specimen, in 0.1% (by volume);

ρ_m = the maximum density of the mixture, in (Mg/m³);

ρ_b = the bulk density of the specimen, in (Mg/m³)

According to the Swedish requirement TDOK 2013:0529 (2015), the air voids range of Marshall asphalt samples should be between 1.5 to 3.5% (by volume) for ABT 11, 160/220 binder. Therefore, the qualification of the void ratios of the tested samples have been checked based on the give limits as discussed in the following paragraphs.

- Marshall stability and flow

The method given SS-EN 12697-34 (2020) part E, has been adopted in this study to determining Marshall stability, flow and Marshall quotient of specimens of asphalt mixtures prepared in this study.

Marshall stability measures the maximum load sustained by the asphalt material at a loading rate of 50.8 mm/minute. The test load is increased until it reaches a maximum. Beyond that, when the load just starts to decrease, the loading is ended and the maximum load (i.e. Marshall stability) is recorded. During the loading test, dial gauge is attached which measures the specimen's plastic flow owing to the applied load. The flow value refers to the vertical deformation when the maximum load is reached.

The Marshall quotient which is the ratio of Marshall stability (kN) to flow (mm) is an index that indicates the mixture stiffness, and it is also related to the resistance to permanent deformation. A higher Marshall quotient means higher stiffness and a better resistance to permanent deformation (Kuttah et. al., 2017).

The Marshall stability and flow tests have been carried out at VTI using the material testing unit, see Figure 8.



Figure 8: Marshall stability and flow tests (Photo by Andreas W. VTI)

- Resilient modulus

Many asphalt samples were prepared to determine the resilient modulus (MR) for different asphalt mixtures series adopted in this study, see Figure 9.



Figure 9: Resilient modulus test (Photo by Andreas W., VTI)

As described previously, the asphalt samples were prepared according to Marshall compaction as specified in SS-EN 12697-30 (2019). The resilient modulus tests were carried out in accordance with FAS 454 (1998).

In this test a cylindrical sample is subjected to a vertical, periodical load on the lateral surface (normal frequency = 0.3 Hz with a pulse length of 0.1 s). The horizontal resilient deformation during unloading is measured and the stiffness modulus is then calculated according to a formula from the theory of elastic cylinders. The test is performed at different temperatures, usually -5, 10 and 25 ° C.

- [Dynamic water sensitivity of asphalt samples using \(MIST\)](#)

Since moisture damage is one of the major problems encountered in asphalt pavements, the dynamic water susceptibility of asphalt mixtures should be determined in addition to the static water susceptibility tests described in previously. Therefore, the effect of moisture damage on the resilient modulus (MR) property of the asphalt samples using Moisture Induced Sensitivity Test (MIST) has been evaluated in this study in accordance with ASTM D7870/D7870M-20 (2020).

MIST is an accelerated conditioning method designed to simulate the stripping mechanisms under cyclic (dynamic) loading. It can simulate moisture damage due to water, repeated traffic loading and elevated in place temperatures. It can be conducted on compacted laboratory and field samples at adjustable temperature, pressure and number of cycles.

The test involves placing a sample inside a cylindrical sample chamber (3 levels for up to 3 samples), filling the chamber with water, closing the sample chamber lid, and starting the test.

The machine automatically heats up the water/sample and start cycling (to desired temperature and pressure). In this study, the entire cyclic conditioning process took approximately 4 hours, for each tested group of three asphalt samples, during which the samples were subjected to 7000 conditioning cycles, see Figure 10.

It is worthy to mention that for each tested series, three compacted Marshall asphalt samples were tested for resilient modulus (as described previously) for three times each. Firstly, the resilient moduli of the three samples were measured under dry conditions. Then the resilient moduli of the same samples were measured under wet conditions. Finally, the resilient moduli of the same wet sample were measured again after conditioning the samples by MIST.



Figure 10: MIST testing (Photo by Dina Kuttah-VTI)

Results and Discussions

This paragraph discusses the main environmental and technical tests results of the asphalt mixtures under study.

Environmental analysis results

Table 6 shows the main substances concentration in the reference asphalt mixtures, asphalt mixture with 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and asphalt mixtures with 12% BFS from Storebro foundry. These tests include the leaching tests and pH tests as carried out by Sibelco Technical Center Dessel.

Table 6: Main substances concentration in different asphalt mixtures as analyzed by Sibelco Technical Center Dessel, all units in mg/kg TS.

	Symbol	Substance	Ref	FM 8%	S 12%
Leaching test ICP <i>according to ASTM D3987</i> <i>Quantitative</i> <i>sample mass 35g, 700 ml</i>	As	Arsenic	<0.2	<0.2	<0.2
	Ba	Barium	<0.08	<0.08	<0.08
	Cd	Cadmium	<0.08	<0.08	<0.08
	Co	Cobalt	<0.08	<0.08	<0.08
	Cr	Chromium	<0.08	<0.08	<0.08
	Cu	Copper	<0.08	<0.08	<0.08
	Mo	Molybdenum	<0.08	<0.08	<0.08
	Ni	Nickel	<0.08	<0.08	<0.08
	Pb	Lead	<0.2	<0.2	<0.2
	Zn	Zinc	<0.08	<0.08	<0.08
	Se	Selenium	<0.4	<0.4	<0.4
Leaching test ICP <i>according to ASTM D3987</i> <i>ICP</i> <i>Semi-quantitative</i> <i>sample mass 35g, 700 ml</i>	Ag	Silver	0.082	0.010	<0.02
	Al	Aluminum	5.843	5.418	6.005
	As	Arsenic	<0.02	<0.02	0.042
	Au	Gold	0.025	<0.02	0.031
	B	Boron	0.088	0.061	0.115
	Ba	Barium	0.013	0.023	<0.02
	Be	Beryllium	<0.02	<0.02	<0.02
	Bi	Bismuth	<0.02	0.047	0.050
	Ca	Calcium	54.232	46.350	49.631
	Cd	Cadmium	<0.02	<0.02	<0.02
	Ce	Cerium	0.012	<0.02	0.019
	Cl	Chlorine	0.011	<0.02	0.016
	Co	Cobalt	<0.02	<0.02	<0.02
	Cr	Chromium	0.039	0.017	0.093
	Cs	Cesium	0.010	<0.02	<0.02
	Cu	Copper	<0.02	<0.02	<0.02
	Dy	Dysprosium	0.011	0.012	<0.02
	Er	Erbium	<0.02	<0.02	<0.02
	Eu	Europium	0.238	0.392	0.323
	Fe	Iron	<0.02	<0.02	<0.02
	Ga	Gallium	<0.02	<0.02	<0.02
	Gd	Gadolinium	<0.02	0.135	0.082
	Ge	Germanium	0.033	<0.02	0.010
	Hf	Hafnium	<0.02	<0.02	<0.02
	Ho	Holmium	<0.02	<0.02	<0.02
	In	Indium	0.178	<0.02	0.023
	Ir	Iridium	1.071	1.444	1.741
	K	Potassium	28.841	18.893	16.545

Continued- Leaching test ICP <i>according to ASTM D3987</i> <i>ICP</i> <i>Semi-quantitative</i> <i>sample mass 35g, 700 ml</i>	La	Lanthanum	<0.02	<0.02	<0.02
	Li	Lithium	0.042	0.039	0.035
	Lu	Lutetium	<0.02	<0.02	<0.02
	Mg	Magnesium	1.086	0.905	1.516
	Mn	Manganese	0.015	0.015	0.036
	Mo	Molybdenum	<0.02	<0.02	<0.02
	Na	Sodium	7.460	65.302	6.649
	Nb	Niobium	0.059	<0.02	0.022
	Nd	Neodymium	<0.02	<0.02	<0.02
	Ni	Nickel	<0.02	<0.02	<0.02
	P	Phosphorus	<0.02	2.098	17.506
	Pb	Lead	0.100	0.136	<0.02
	Pd	Palladium	0.054	0.057	0.054
	Pr	Praseodymium	<0.02	<0.02	<0.02
	Pt	Platinum	0.072	0.025	0.133
	Rb	Rubidium	0.016	<0.02	<0.02
	Re	Rhenium	0.016	0.023	0.013
	Rh	Rhodium	<0.02	<0.02	<0.02
	Ru	Ruthenium	<0.02	<0.02	<0.02
	S	Sulfur	5.241	3.270	8.336
	Sb	Antimony	<0.02	<0.02	<0.02
	Sc	Scandium	<0.02	<0.02	<0.02
	Se	Selenium	0.280	0.332	0.388
	Si	Silicon	20.060	56.935	19.766
	Sm	Samarium	<0.02	<0.02	<0.02
	Sn	Tin	0.025	0.000	0.036
	Sr	Strontium	0.058	0.051	0.052
	Ta	Tantalum	<0.02	0.057	<0.02
	Tb	Terbium	<0.02	<0.02	<0.02
	Te	Tellurium	<0.02	<0.02	<0.02
	Th	Thorium	<0.02	<0.02	<0.02
	Ti	Titanium	0.014	0.019	0.016
Tl	Thallium	<0.02	<0.02	<0.02	
Tm	Thulium	<0.02	<0.02	<0.02	
U	Uranium	0.046	0.166	0.076	
V	Vanadium	<0.02	<0.02	<0.02	
W	Tungsten	<0.02	0.046	0.022	
Zn	Zinc	0.047	0.022	0.018	
Zr	Zirconium	<0.02	<0.02	<0.02	
pH	after 18h		10.00	10.29	9.57

Based on Table 6 (Leaching test ICP according to ASTM D3987 ICP-Quantitative), the elements analyzed in the leachate, namely (Arsenic, Barium, Cadmium, Cobalt, Chromium, Copper, Molybdenum, Nickel, Lead and Zinc) showed that the concentration of these elements in FM 8% and S 12% were within the same limits as for the reference mixture. The groundwater will thus not become contaminated with metallic compounds. Also, the pH scale of the three mixtures given in Table 6 shows that all the tested mixtures are basic with $\text{pH} > 7$.

Technical characteristics tests results

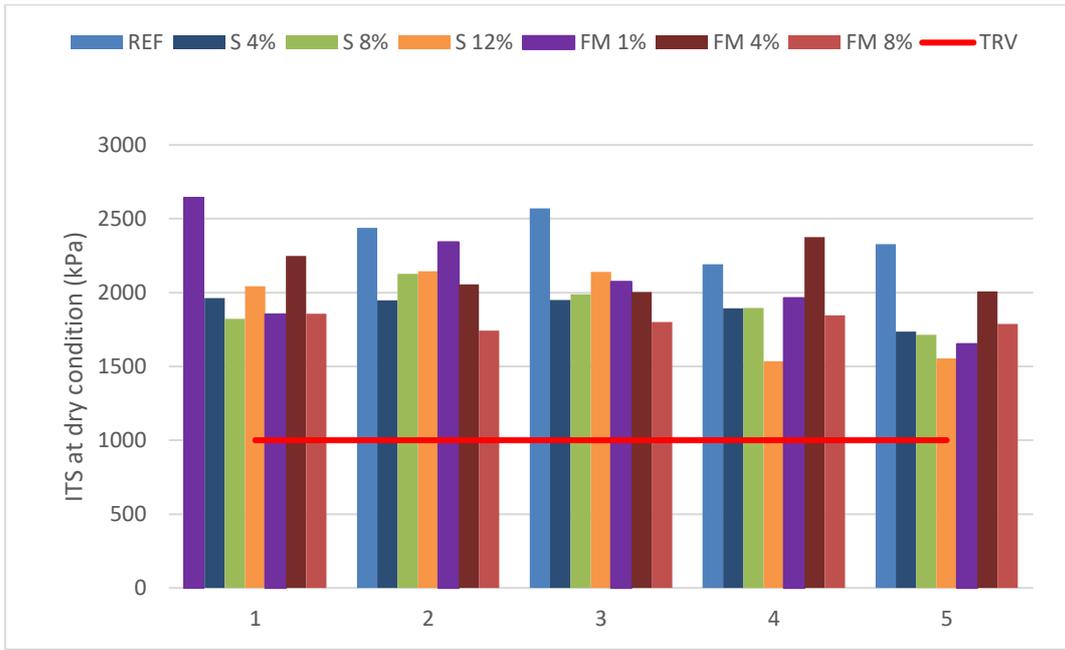
This paragraph discusses the main technical characteristics of the chosen asphalt mixtures (with and without BFS) determined through various laboratory tests, namely, static water susceptibility via indirect tensile strength test, void ratio, Marshall stability and flow, resilient modulus at dry conditions and the resilient modulus at wet conditions before and after moisture Induced Sensitivity Test (MIST).

Static water sensitivity tests results

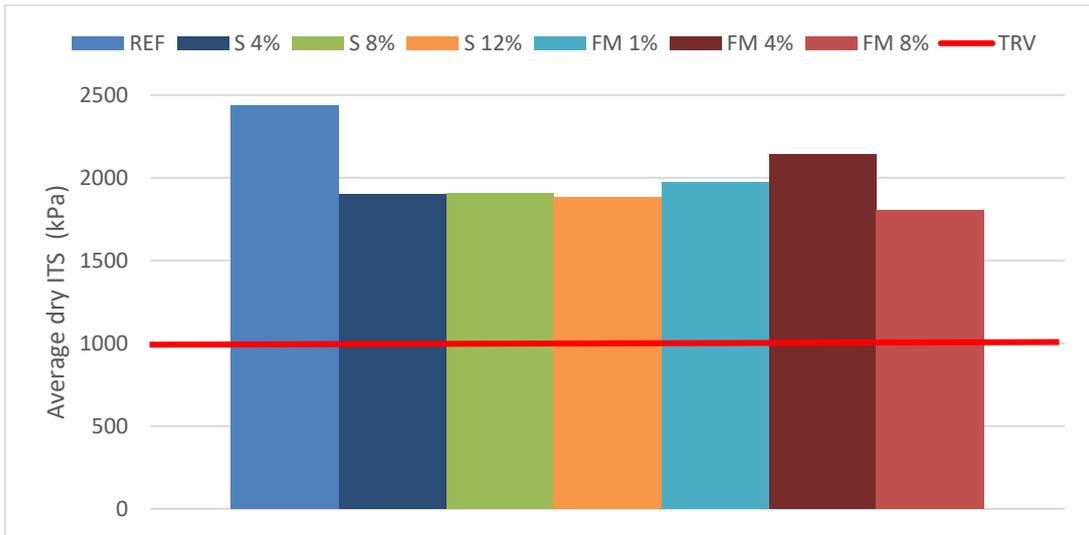
The indirect tensile strength tests result for the reference mixture and mixtures containing BFS at different percentages for conditioned and unconditioned samples are given in Figures 11 and 12 respectively.

Figure 11 a and b shows the static indirect tensile strength at dry conditions for all tested samples and the average static indirect tensile strength for each series, respectively. It is evident from Figure 11 that all the asphalt mixtures with 1%, 4% and 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and mixtures with 4%, 8% and 12% BFS from Storebro foundry, in addition to the reference mixture, showed relatively high indirect tensile strengths. It can be seen from Figure 11 that all the tested asphalt showed ITS at dry conditions higher than the minimum allowable value of 1000 kPa according to TDOK 2013:0529 (2015) requirement. This is a good indication for durability of the mixtures since fatigue life is a function of ITS (Campelo, 2019). Nevertheless, it can be seen from Figure 11 b, that there is a decreasing tendency of the static ITS under dry conditions with increasing the BFS contents for both types of BFS as compared to the reference mixture.

Upon conditioning (wetting), high amounts of BFS from Federal-Mogul foundry affected negatively the ITS values of the asphalt mixtures, given the soft characteristic of asphalt as shown in Figure 12 a and b.

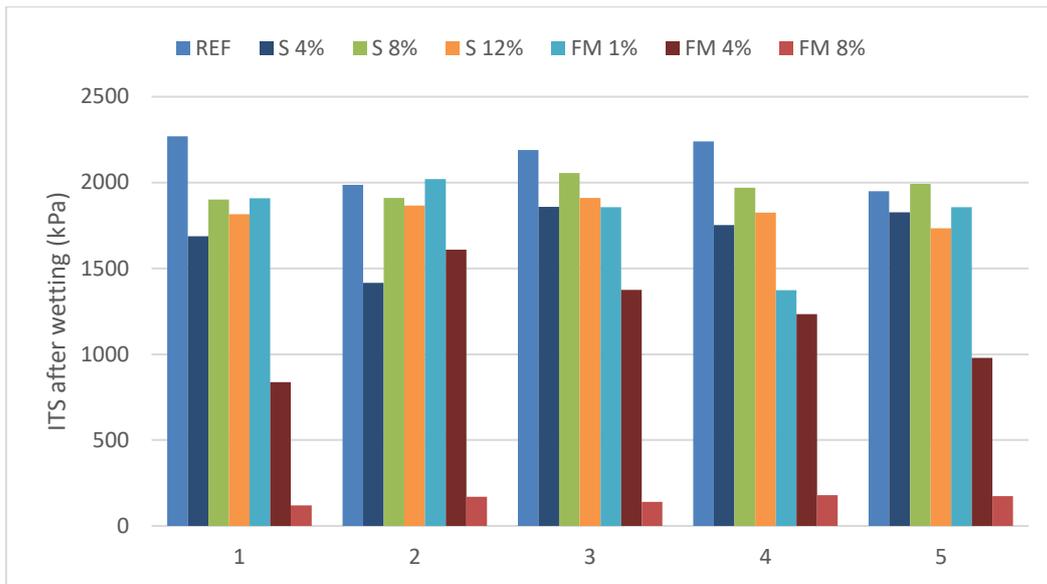


(a)

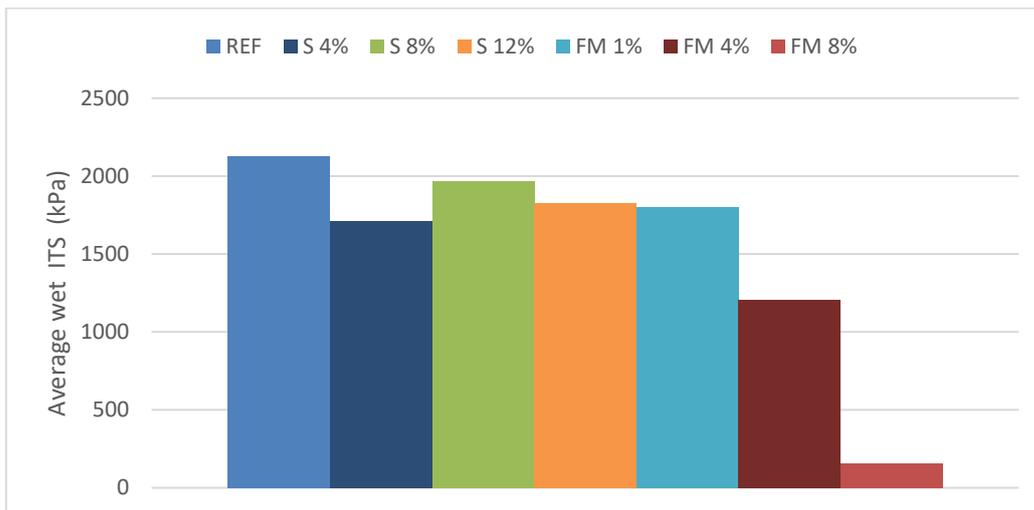


(b)

Figure 11: (a) Static indirect tensile strength at dry conditions for all tested samples, (b) The average static indirect tensile strength for each series at dry conditions



(a)



(b)

Figure 12: a) Static indirect tensile strength at wet conditions for all tested samples, b) The average static indirect tensile strength for each series at wet conditions

The results of the static water sensitivity tests for the tested mixtures are shown in Figure 13. It can be seen from this figure that the indirect tensile strength ratios (ITSR) for asphalt mixtures with 4% and 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry were lower than the minimum ratio required of 75% required by TDOK 2013:0529 (2015). Due to the very low ITSR (of less than 10%) recorded for FM 8%, this mixture has been excluded from further laboratory investigations in this study.

As shown in Figure 13, among the asphalt mixtures containing BFS, mixture S 8% was the one with the highest ITSR, followed by series S 12%, FM 1%, S 4% and REF respectively. In summary, all these mixtures, namely, S 12%, S 8%, S 4%, FM 1%, and REF fulfilled the TRV requirements in terms of both dry ITS and ITSR.

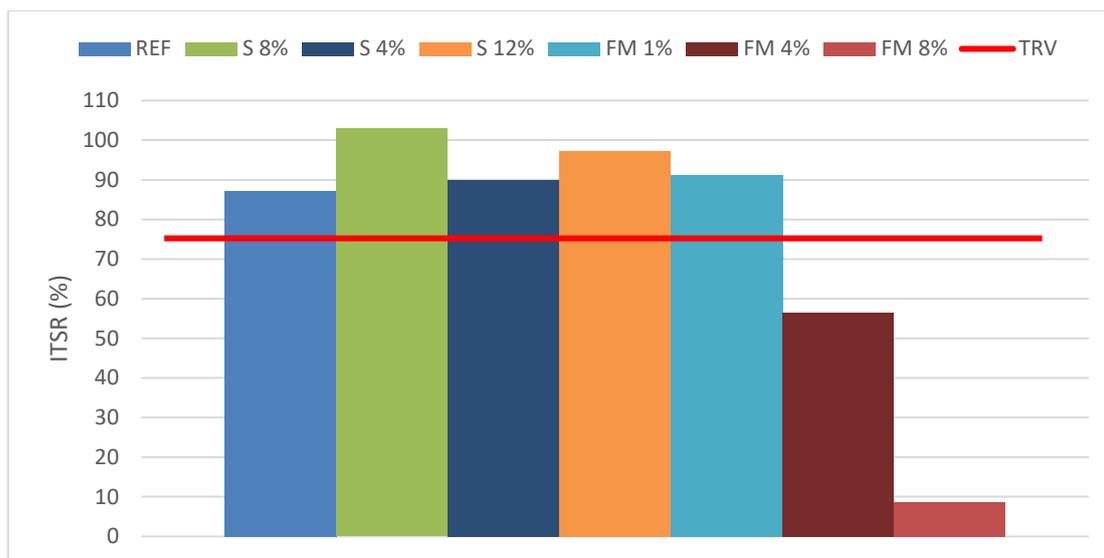


Figure 13: Static indirect tensile strength ratios of different asphalt mixtures.

Void ratio tests results

It was observed that all the seven mixtures tested in this study meet the Swedish standards regarding the minimum and maximum void ratio requirements according to TDOK 2013:0529 (between 1.5% to 3.5% by volume for ABT 11, 160/220 binder) as discussed previously.

It can be noticed from Table 7 that the bulk densities of the asphalt samples have increased with increasing the BFS from both foundries. Regarding the void ratios, mixture S 12% has the lowest void ratio as compared to all other mixtures. The mixtures of series S with BFS from Storebro foundry maintained a decrease in void ratio when the proportion of BFS in the mixture was increased while no such a trend observed for BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry. The observation of decreasing the void ratio with increasing the BFS contents differ from those reported by (Javed, 1994) who noticed an increase in the percentage of air voids of the asphalt mixtures with increasing the BFS contents in the mixtures. This difference in the observations can be attributed to the differences in the gradations of the used BFS and the corresponding adopted asphalt mixture. According to Table 7, the reference mixture had the highest void ratio among all mixtures.

Table 7: Void ratio tests results

Serie	REF	FM 1%	FM 4%	FM 8%	S4%	S8%	S12%
BFS (%)	0	1	4	8	4	8	12
Void ratio (%)	2.92	2.25	2.74	2.07	2.59	2.32	1.61
Bulk density (Mg/m ³)	2.335	2.343	2.344	2.347	2.347	2.358	2.370

Since asphalt mixtures with 12% BFS from Storebro foundry showed the lowest void ratio of 1.61% among the tested mixtures which is very close to the minimum allowable value of 1.5% according to TDOK 2013:0529 requirement for ABT 11, 160/220 binder, and to be in the safe side, asphalt mixtures of up to 8% BFS from Storebro foundry seems to be promising and hence are recommended for further laboratory investigation in this study.

Marshall stability and flow tests results

In terms of Marshall stability and flow tests results, it can be seen from Table 8 that the reference mixture has showed the best performance with the highest stability and lowest flow values.

Table 8: Marshall Stability and Flow Tests Results

Series	Foundry sand	Stability	Flow	Marshall quotient
	%	kN	mm	kN/mm
REF	0	12.34	2.57	4.8
S 4%	4	8.28	2.88	2.9
S 8%	8	7.72	3.08	2.5
F 1%	1	10.25	3.19	3.2
F 4%	4	9.80	3.23	3

Regarding the mixtures with BFS, it can be noticed from Table 8 that the mixtures with 4% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry recorded higher stability than the corresponding mixture with 4% BFS from Storebro foundry, but it had the highest flow value too. This observation is probably due to the higher absorption characteristics of BFS from Storebro foundry as compared to the BFS from Federal-

Mogul Göteborg foundry. Also, this observation could even be due to the grain size, since BFS from Storebro has smaller particle size and therefore larger surface area and thus it consumed more binder which resulted in lower stability, at the same proportion of BFS.

In terms of Marshall quotient (stability/flow ratio), the mixtures with 4% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and Storebro foundry have recorded very close values of 3 kN/mm and 2.9 kN/mm respectively.

In summary, the use of BFS decreased the stability of the asphalt mixtures while increased their fluency.

Resilient modulus tests results

Regarding the resilient modulus test as described previously, the use of BFS from both foundries decreased the resilient modulus (MR) of asphalt samples tested under dry conditions. Adding 1% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry to the asphalt mixture caused a sharp decrease of 21% in MR as compared to the MR value of the reference mixture. Further increase in BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry (e.g. to 4%) did not record further decrease in MR values.

On the other hand, asphalt mixtures with 4% BFS from Storebro, showed only 6.5% decrease in MR as compared to the MR of the reference mixture. Similarly, further increase in BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry (e.g. to 8%) did not record further decrease in MR values as compared to the MR value of the reference asphalt mixture, see Figure 14.

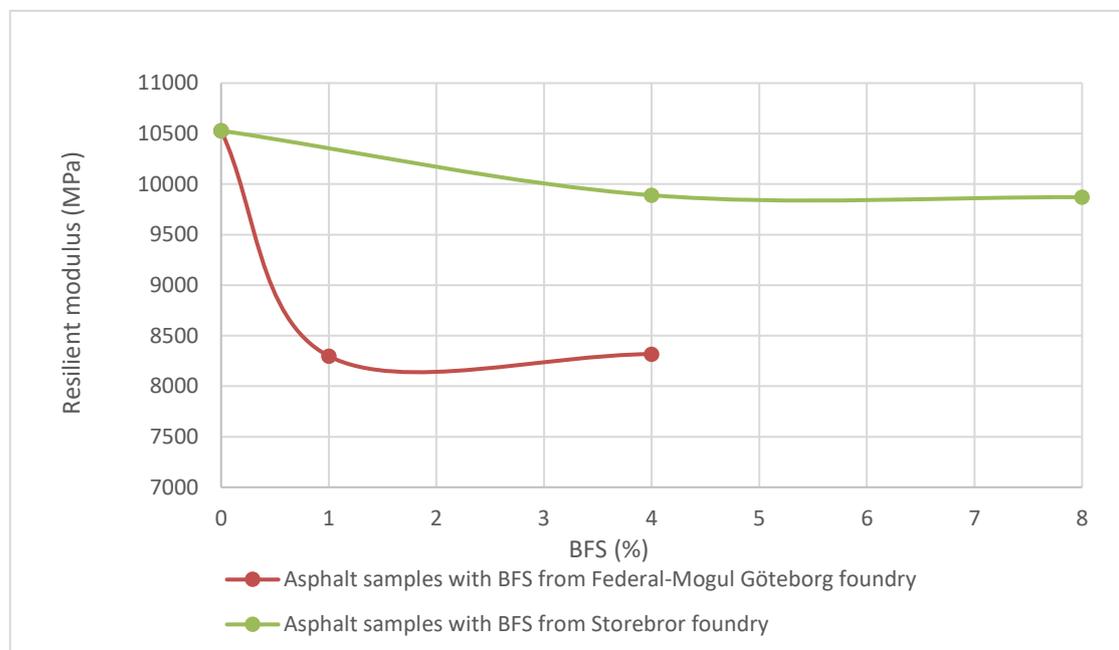


Figure 14: The resilient moduli for different dry asphalt samples with different BFS contents.

Moisture induced sensitivity test (MIST) results

In order to determine the dynamic moisture damage on the performance of the asphalt mixtures in terms of wet resilient moduli measurements, the moisture induced sensitivity tests (MIST) have been carried out on chosen asphalt samples.

After determining the resilient moduli at dry conditions for the series REF, FM 1%, FM 4%, S4% and S 8%, the samples were soaked in water and then the resilient modulus tests have been carried out on these wet samples before MIST conditioning. Later, the same wet samples were conditioned by MIST for 7000 cycles under 4 hours and tested again for their resilient moduli. This action was important to get a fair comparison in resilient moduli of the tested samples under wet conditions before and after MIST conditioning for all the tested series.

It can be seen from Figure 15 that conditioning the wet asphalt samples by MIST, caused a reduction in the initial wet resilient moduli for all the tested samples even the REF mixture but at different rates. The wet resilient moduli decreased by 9.1%, 14.5%, 25.5%, 17.7% and 24.7% for the REF, S 4%, S 8%, FM 1% and FM 4% mixtures respectively after 7000 conditioning cycles with MIST. This means that the asphalt mixture with 4% BFS from Storebro foundry recorded the lowest decrease in wet resilient moduli, after the reference mixture, due to MIST conditioning.

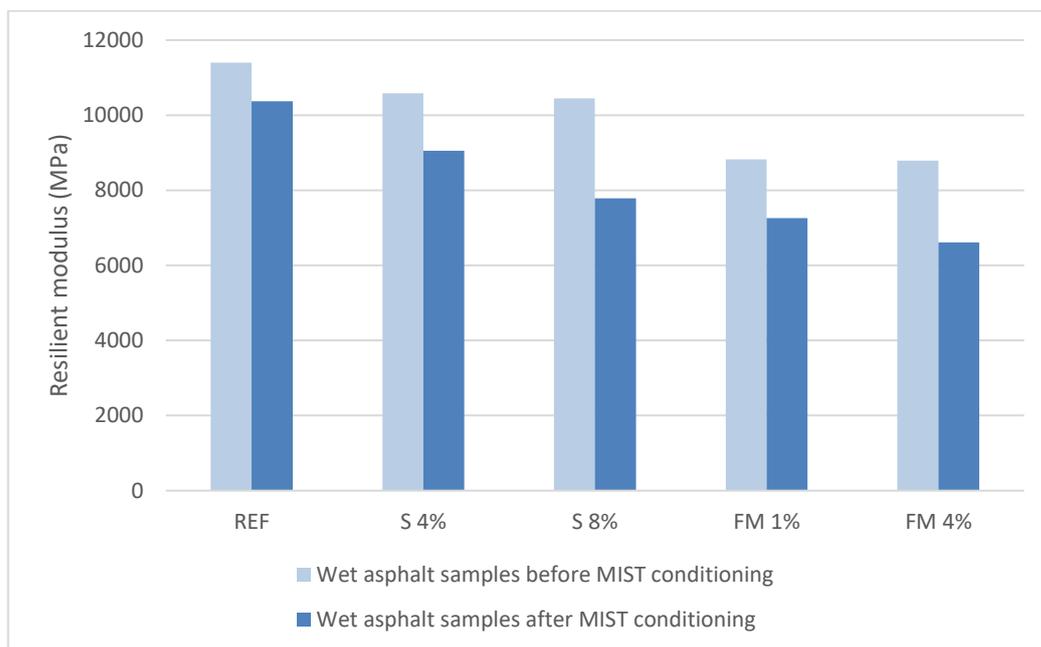


Figure 15: Effect of MIST conditioning on the resilient moduli of the wet asphalt samples with different BFS contents.

Conclusions and Recommendations

This study deals with carrying out laboratory investigations to evaluate the use of two types of Swedish by-product foundry sand (BFS) in asphalt mixture, namely, ABT 11. Generally, by product foundry sand is a by-product material obtained from the casting industry (foundries). In this research the used BFS is obtained from Federal- Mogul Göteborg foundry AB and Storebro foundry AB. The experimental procedure of this research has focused on the dosage, environmental and technical properties of the asphalt mixture ABT 11 (160/220) at (6%) binder content with different replacement proportions of the conventional fine sand fraction 0-2 mm by BFS. The tested asphalt mixtures include one reference series without any BFS replacement, three series with partial replacement of BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry at 1%, 4% and 8% by the total weight of the asphalt mixture and three series with partial replacement of BFS from Storebro foundry at 4%, 8% and 12% by the total weight of the asphalt mixture. The environmental requirements in addition to the technical requirements, namely, static indirect tensile strength ratio, void ratio, and resilient modulus at dry conditions and before and after the moisture induced sensitivity tests have been investigated in the study.

The conclusions drawn from this study are as follows:

- From the environmental point of view, according to ASTM D3987 ICP-Quantitative, the elements analyzed in the leachate of asphalt mixtures FM 8% and S 12%, namely (Arsenic, Barium, Cadmium, Cobalt, Chromium, Copper, Molybdenum, Nickel, Lead and Zinc), showed that the concentration of these elements were within the same limits as for the reference mixture. The groundwater will thus not become contaminated with metallic compounds.
- From the technical point of view, it has been observed that all the asphalt mixtures with 1%, 4% and 8% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry and mixtures with 4%, 8% and 12% BFS from Storebro foundry, in addition to the reference mixture, have showed relatively high indirect tensile strengths (ITS) at dry conditions. All these mixtures fulfill the dry ITS requirement of TRV according to TDOK 2013:0529 (2015). Upon conditioning (wetting), high amounts of by-product foundry sand from Federal-Mogul foundry tend to negatively influence the asphalt mixture, given the soft characteristic of asphalt. Asphalt mixtures FM 4% and FM 8% reported lower indirect tensile strength ratios (ITSR) than a minimum of 75% required by TDOK 2013:0529 (2015). The other mixtures reported higher ITSR than the minimum of 75% as per TDOK 2013:0529 (2015). Mixture S 8% was the one with the highest ITSR, followed by series S 12%, FM 1%, S 4% and REF respectively.
- All the seven mixtures tested in this study meet the Swedish standards regarding the minimum and maximum void ratio requirements according to TDOK 2013:0529 (between 1.5 to 3.5% by volume for ABT 11, 160/220 binder).

- The use of BFS tends to decrease the Marshall stability of the asphalt mixtures and increasing their fluency as compared to the reference mixtures. The mixtures with 4% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry recorded higher stability than the corresponding mixture with 4% BFS from Storebro foundry, but it had the highest flow value too.
- Regarding the resilient modulus tests, incorporation of BFS from both foundries decreased the resilient modulus (MR) of the asphalt samples tested at dry conditions. Adding 1% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry to the asphalt mixture caused a sharp decrease of 21% in MR as compared to the MR values of the reference mixture. On the other hand, asphalt mixtures with 4% BFS from Storebro, showed only 6.5% decrease in MR as compared to the MR of the reference mixture.
- With respect to the dynamic moisture damage on the performance of the asphalt mixtures in terms of wet resilient moduli measurements, the study showed that conditioning the wet asphalt samples by MIST for 4 hours under 7000 cycles, caused a reduction in the initial wet resilient moduli for all the tested samples even the REF mixture but at different rates. The wet resilient moduli decreased by 9.1%, 14.5%, 25.5%, 17.7% and 24.7% for the mixtures REF, S 4%, S 8%, FM 1% and FM 4% respectively after MIST conditioning.

From this study it can be concluded that BFS can be used as an alternative for sand fraction 0-2 mm at different replacement percentages for the asphalt mixture ABT 11 depending on the type of the BFS. Based on the laboratory tests carried out in this study, BFS from Storebro foundry appears to be suitable to substitute up to 12% of the total weight of the asphalt mixture. However, since asphalt mixtures with 12% BFS from Storebro foundry showed the lowest void ratio of 1.6% among the tested mixtures which is very close to the minimum allowable value of 1.5% according to TRV requirement, and to be in the safe side, asphalt mixtures of up to 8% BFS from Storebro foundry seems to be promising and hence are recommended for further investigation under long-term traffic loading and climate conditions. On the other hand, asphalt mixtures with up to 1% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry is recommended for further investigations under long-term traffic loading and climate conditions due to the high-water sensitivity of this BFS.

In summary, the use of 8% BFS from Storebro foundry and 1% BFS from Federal-Mogul Göteborg foundry (by the total weight of the asphalt mixtures ABT 11 (160/220) at 6% binder content) proved to be adequate according to the laboratory investigations carried out in this study and meets the physical and technical criteria of TRV as per TDOK 2013:0529 (2015).

List of publications

It is intended to publish the results (or part of the results) of this project as an article in international journal or conference.

Project communication

The final report has been sent to the contact person from Skanska Industrial Solutions AB (asphalt manufacturing company) who shows his interest to discuss the possible financial incentives for the asphalt industry to start using BFS from Storebro foundry. Key person from Storebro foundry AB has been informed of such possible cooperation with Skanska Industrial Solutions AB and the discussion is ongoing.

References

- ASTM D3987-12 (2020): “Standard Practice for Shake Extraction of Solid Waste with Water/Standard Test Method for Shake Extraction of Solid Waste with Water”, ASTM International, PA, USA.
- ASTM D7870 / D7870M – 20 (2020): “Standard Practice for Moisture Conditioning Compacted Asphalt Mixture Specimens by Using Hydrostatic Pore Pressure”, ASTM International, PA, USA.
- Bakis R, Koyuncu H, Demirbas A. (2006). “An investigation of waste foundry sand in asphalt concrete mixtures”. *Waste Management and Research*, 24:269-274. DOI: 10.1177/0734242X06064822.
- Bastian KC, Alleman JE. (1998): “Microtox™ characterization of foundry sand residuals”. *Waste Management* 7/1;18(4):227-34.
- Campelo, N.; Sá da Costa, K.; Vieira, R. and Vieira, A. (2019): “Use of By-product Foundry Sand (BFS) as Filler in Hot-Mixed Asphalt Concrete”, *IntechOpen*, Open access peer-reviewed chapter, DOI: 10.5772/intechopen.89715.
- Chen, J.; Huang, B. and Shu, X. (2013): “Air-Void Distribution Analysis of Asphalt Mixture Using Discrete Element Method”, *Journal of Materials in Civil Engineering*, Volume 25(10): 1375-1385.
- Chen. C. and Liu, Y. (2020): “Construction and demolition wastes in Beijing: Where they come from and where they go?”, *Waste Management & Research*, vol. 39, 4: pp. 555-560.
<https://doi.org/10.1177/0734242X20980819> .
- Collins R.J., Ciesielski S.K. (1994). “Recycling and use of by-product materials and by-products in highway construction”, Washington, DC:

Transportation Research Board; National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice, Issue number 199, ISSN: 0547-5570.

- Delange K, Braham A, Bahia H, Widjaja M, Romero P, Harman T. (2001): “Performance testing of hot mix asphalt produced with recycled foundry sand”. In Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- Dyer, P.; Klinsky, L. M.G.; Silva, S. A.; Silva R. A. and Lima, M.G. (2021): “Macro and microstructural characterisation of waste foundry sand reused as aggregate. Road Materials and Pavement Design 22 (2): 464-477. DOI: 10.1080/14680629.2019.1625807.
- Dyer, P.; Lima, M.G.; Klinsky, L. M.G.; Silva, S. A. and Coppio G. J. L. (2018): “Environmental characterization of foundry waste sand (WFS) in hot mix asphalt (HMA) mixtures”. Construction and Building Materials, 171:474-484. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2018.03.151.
- FAS Metod 454 (1998): “Bituminous pavement and mixture. Determination of resilient modulus of asphalt concrete by indirect tension test”, FAS Service AB.
- FIRST (2004): “Foundry sand facts for civil engineers”, Federal Highway Administration, Report nr FHWA-IF-04-004, <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pubs/013791.pdf>
- FIRST (2009): “CASE STUDY: Foundry Sand as an Asphalt Pavement Ingredient” Foundry Industry Recycling Starts Today (FIRST), Michigan City, Indiana, USA, <https://afsinc.s3.amazonaws.com/Documents/FIRST/20091208.pdf>
- Gedik, A.; Lav, A. H. and Lav, M. A. (2018): “Investigation of alternative ways for recycling waste foundry sand: An extensive review to present benefits”, Canadian Journal of Civil Engineering 45(6),1-36.
- Gjuterihandboken (2015): [Svenska Gjuteriföreningen](http://www.gjuterihandboken.se/handboken/), <http://www.gjuterihandboken.se/handboken/>.
- Hughes, C. (2002): “Recycled foundry sand in the mix”. Hot Mix Asphalt Technology 2002:29-38.
- Javed S. (1994): “Use of Waste Foundry Sand in Highway Construction (Final Report)”. School of Civil Engineering, Purdue University, West Lafayette, Ind., Project No. C-36-50N, Report JHRP-94/2.
- Kuttah, D. and Porot, L. (2019): “Performance Assessment of Hot-Asphalt Mixtures Produced with By-product Aggregates under Repetitive Heavy Traffic Loading”, American Society of Civil Engineers (ASCE), Vol. 31, nr 6, DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0002724.

- Kuttah, D.; Indacoechea, I; Rodríguez, I.; Lastra González, P.; Blas, E.; Casado, R.; Boysen, R.; Planche, J.; Trussardi, L. (2018): “ALTERPAVE Methodology”, Deliverable 5.2, Alterpave European project.
- Kuttah, D.; Rodríguez, I.; Indacoechea, I. (2017): “New Asphalt Mixtures Performance Validation at Lab. Scale”, Deliverable 3.2, Alterpave European project.
- Kuttah, D; Sato, K. and Koga, C. (2015): “Evaluating the Dynamic Stabilities of Asphalt Concrete Mixtures Incorporating Plasterboard Wastes”, International Journal of Pavement Engineering, Vol. 16, Issue 10, pp. 929-938. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10298436.2014.973023>
- Lindskog, Nils och Lassesson, Henric (2018): “Reducering av bensenhalten i överskottssand från gjuterier”, IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B2304, Stockholm, Sweden.
- Miller E, Bahia HU, Benson C, Khatri A, Braham A. (2001): “Utilization of by-product foundry sand in hot mix asphalt mixtures”. American Foundry Society Transactions 103(1):1393-407.
- Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., and Kennedy, T.W. (1996): “Hot mix asphalt materials, mixture design, and construction”, 2nd Ed., NAPA Research and Education Foundation, Lanham, MD.
- SS-EN 1097-6 (2013): “Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 12593 (2015): “Bitumen and bituminous binders - Determination of the Fraass breaking point”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 12595 (2014): “Bitumen and bituminous binders - Determination of kinematic viscosity”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 12697-23 (2017): “Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 23: Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 12697-30 (2019): “Bituminous mixtures- Test methods- Part 30: Specimen preparation by impact compactor). Swedish Standards Institute (SIS).
file:///C:/Users/DKuttah/Work%20Folders/Documents/Projects/Gjuterisand%20i%20asfalt/General%20information/Trafikverket%20standard/SS_EN_12697_30_2019_EN.pdf.pdf
- SS-EN 12697-34 (2020): “Bituminous mixtures – Test methods –Part 34: Marshall test”. Swedish Standards Institute (SIS).
<https://www.sis.se/produkter/anlaggningsarbete/vagbyggnad/korbana/ss-en-12697-342020/>

- SS-EN 12697-5 (2019): “Bituminous mixtures – Test methods – Part 5: Determination of the maximum density”. Swedish Standards Institute (SIS). <https://www.sis.se/api/document/get/80009155>
- SS-EN 12697-6 (2020): “Bituminous mixtures – Test methods – Part 6: Determination of bulk density of bituminous specimens”. Swedish Standards Institute (SIS). <https://www.sis.se/api/document/get/80020499>
- SS-EN 12697-8 (2019): “Bituminous mixtures - Test methods - Part 8: Determination of void characteristics of bituminous specimens”. Swedish Standards Institute (SIS). <https://www.sis.se/api/document/get/80009156>
- SS-EN 1426 (2015): “Bitumen and bituminous binders Determination of needle penetration”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 1427 (2015): “Bitumen and bituminous binders - Determination of the softening point - Ring and Ball method”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN 933-1 (2012): “Tests for geometrical properties of aggregates – Part 1: Determination of particle size distribution – Sieving method”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm. [Standard - Ballast - Geometriskaegenskaper - Del 1: Bestämning av kornstorleksfördelning - Siktning SS-EN 933-1:2012 \(sis.se\)](https://www.sis.se/Standard-Ballast-Geometriskaegenskaper-Del-1-Bestamning-av-kornstorleksfordelning-Siktning-SS-EN-933-1-2012)
- SS-EN ISO 2592 (2017): “Petroleum and related products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- SS-EN ISO 3838 (2004): “Crude petroleum and liquid or solid petroleum products - Determination of density or relative density - Capillary-stoppered pycnometer and graduated bicapillary pycnometer methods”, Swedish Standards Institute (SIS), Stockholm.
- TDOK 2013:0529 (2015): ”KRAV- Bitumenbundna lager” Trafikverket, Version 2.0. https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/1E_77_TDOK-2013-0529-Bitumenbundna-lager_2016-10.pdf
- TDOK 2017:0650 (2017): “Bituminous pavement and mixture. Determination of water sensitivity of bituminous specimens using indirect tensile test” Swedish Transport Administration requirement, version 10.
- The Swedish Environmental Protection Agency 2016 Guide values for contaminated land, <http://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/fororenade-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>
- Tikalsky, P. J., Bahia, H. U.; Deng, A. and Snyder, T. (2004): “Excess foundry sand characterization and experimental investigation in controlled

low-strength material and hot-mixing asphalt”, Final Report. The Pennsylvania State University, Transportation Research Building, University Park, PA, U.S.A., U.S. Department of Energy, Contract No. DE-FC36-01ID13974. [TOCLOFLOTfnl.doc \(osti.gov\)](#).

- United States Environmental Protection Agency (2007): “Foundry Sands Recycling”, EPA530-F-07-018, [P1009IF3.PNG \(638×825\) \(epa.gov\)](#)
- Winkler, E. S. and Bol’shakov, A. A. (2000): “Characterization of foundry sand waste. Center for Energy Efficiency and Renewable Energy”, University of Massachusetts at Amherst, Chelsea Center for Recycling and Economic Development, Technical Research Program; Technical report no. 31.

Appendix 1

Full environmental analysis on BFS from Federal- Mogul Göteborg foundry

RE:

SOURCE

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energi**myndigheten

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program



Eurofins Environment Testing Sweden AB
Box 737
531 17 Lidköping

Tlf: +46 10 490 8110
Fax: +46 10 490 8051

RGS Nordic AB
Göteborg Info
Östra Sörredsvägen 40
418 78 GÖTEBORG

AR-19-SL-237761-01

EUSELI2-00690811

Kundnummer: SL8438525

Uppdragsmärkn.
123

Analysrapport

Provnummer:	177-2019-10241703	Provtagare	BENGT		
Provbeskrivning:					
Matris:	Jord				
Provet ankom:	2019-10-24				
Utskriftsdatum:	2019-10-29				
Analysema påbörjades:	2019-10-24				
Provmärkning:	F001784-11 191024 6				
Provtagningsplats:	Jord				
Analys	Resultat	Enhet	Måto.	Metod/ref	
Torrsubstans	96.6	%	5%	SS-EN 12880:2000	a)
Bensen	0.032	mg/kg Ts	30%	EPA 5021	a)
Toluen	< 0.10	mg/kg Ts	30%	EPA 5021	a)
Etylbensen	< 0.10	mg/kg Ts	30%	EPA 5021	a)
M/P/O-Xylen	< 0.10	mg/kg Ts	30%	EPA 5021	a)
Summa TEX	< 0.20	mg/kg Ts	30%	EPA 5021	a)
Alifater >C5-C8	< 5.0	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C8-C10	< 3.0	mg/kg Ts	35%	SPI 2011	a)
Alifater >C10-C12	< 5.0	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Alifater >C12-C16	< 5.0	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Summa Alifater >C5-C16	< 9.0	mg/kg Ts			a)
Alifater >C16-C35	< 10	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C8-C10	< 4.0	mg/kg Ts	30%	SPI 2011	a)
Aromater >C10-C16	< 0.90	mg/kg Ts	20%	SPI 2011	a)
Metylkysener/benzo(a)antracener	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Metylpyren/fluorantener	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Aromater >C16-C35	< 0.50	mg/kg Ts	25%	SIS: TK 535 N 012	a)
Oljetyp < C10	Ospec	a)*			
Oljetyp > C10	Utgår	a)*			
Bens(a)antracen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Krysen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benso(b,k)fluoranten	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(a)pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Dibens(a,h)antraoen	< 0.030	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Naftalen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)

AR-19-SL-237761-01

EUSELI2-00690811

Acenaftylen	< 0.030	mg/kg Ts	40%	ISO 18287:2008 mod	a)
Acenaften	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoren	< 0.030	mg/kg Ts	30%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fenantren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Antracen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Fluoranten	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Pyren	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Benzo(g,h,i)perylen	< 0.030	mg/kg Ts	25%	ISO 18287:2008 mod	a)
Summa PAH med låg molekylvikt	< 0.045	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med medelhög molekylvikt	< 0.075	mg/kg Ts			a)
Summa PAH med hög molekylvikt	< 0.11	mg/kg Ts			a)
Summa cancerogena PAH	< 0.090	mg/kg Ts			a)
Summa övriga PAH	< 0.14	mg/kg Ts			a)
Summa totala PAH16	< 0.23	mg/kg Ts			a)
Arsenik As	< 1.9	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Barium Ba	8.2	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Bly Pb	1.5	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Kadmium Cd	< 0.20	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Kobolt Co	7.2	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Koppar Cu	11	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Krom Cr	9.3	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Kvikksilver Hg	< 0.010	mg/kg Ts	20%	SS028311mod/SS-EN ISO17852mod	a)
Nickel Ni	11	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Vanadin V	6.1	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)
Zink Zn	15	mg/kg Ts	25%	EN ISO 11885:2009 / SS 028311 utg 1	a)

Utförande laboratorium/underleverantör:

a) Eurofins Environment Testing Sweden AB, SWEDEN, ISO/IEC 17025:2005 SWEDAC 1125

Rapport

Sida 1 (4)



T1942656

22ZC2W3ZDBU



Ankomstdatum 2019-11-28
Utfärdad 2019-12-12

Stena Recycling AB
Glenn Wernäng

Salsmästaregatan 19-21
422 46 Göteborg
Sweden

Projekt Sandberedning
Bestnr

Analys av fast prov

Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	99.4		%	1	O	COTR
As	0.281	0.048	mg/kg TS	2	D	YVWI
Ba	5.44	1.1	mg/kg TS	2	D	YVWI
Cd	<0.1		mg/kg TS	2	D	YVWI
Co	0.275	0.050	mg/kg TS	2	D	YVWI
Cr	0.484	0.087	mg/kg TS	2	D	YVWI
Cu	0.613	0.11	mg/kg TS	2	D	YVWI
Hg	<0.2		mg/kg TS	2	D	YVWI
Ni	0.513	0.092	mg/kg TS	2	D	YVWI
Pb	<1		mg/kg TS	2	D	YVWI
V	0.952	0.17	mg/kg TS	2	D	YVWI
Zn	1.70	0.29	mg/kg TS	2	D	YVWI
alifater >C8-C10	<10		mg/kg TS	3	J	NOSA
alifater >C10-C12	<20		mg/kg TS	3	J	NOSA
alifater >C12-C16	<20		mg/kg TS	3	J	NOSA
alifater >C16-C35	<20		mg/kg TS	3	J	NOSA
aromater >C8-C10	<1		mg/kg TS	3	J	NOSA
aromater >C10-C16	<1		mg/kg TS	3	J	NOSA
metylpyrener/metylfluorantener	<1		mg/kg TS	3	N	NOSA
metylkrysener/metylbens(a)antracener	<1		mg/kg TS	3	N	NOSA
aromater >C16-C35	<1		mg/kg TS	3	J	NOSA
naftalen	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
acenaftilen	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
acenaften	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
fluoren	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
fenantren	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
antracen	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
fluoranten	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
pyren	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA
bens(a)antracen	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA
krysen	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA
bens(b)fluoranten	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA
bens(k)fluoranten	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA
bens(a)pyren	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA

Rapport

Sida 2 (4)



T1942656

22ZC2W3ZDBU



Er beteckning	Sandberedning						
Provtagare	Federal Mogul						
Provtagningsdatum	2019-11-21						
Labnummer	O11222307						
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign	
dibens(ah)antracen	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA	
benso(ghi)perylene	<0.1		mg/kg TS	3	J	NOSA	
indeno(123cd)pyren	<0.08		mg/kg TS	3	J	NOSA	
PAH, summa 16	<1.5		mg/kg TS	3	D	NOSA	
PAH, summa cancerogena*	<0.3		mg/kg TS	3	N	NOSA	
PAH, summa övriga*	<0.5		mg/kg TS	3	N	NOSA	
PAH, summa L*	<0.15		mg/kg TS	3	N	NOSA	
PAH, summa M*	<0.25		mg/kg TS	3	N	NOSA	
PAH, summa H*	<0.3		mg/kg TS	3	N	NOSA	

Appendix 2

Permits of using BFS from Storebro foundry AB according to the Environmental Code



LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

Miljöprövningsdelegationen

BESLUT
2005-11-23

2005-11-25

1 (15)

551-2641-04

Storebrogjuteriet AB
Box 1
590 83 STOREBRO

Tillstånd enligt miljöbalken till nuvarande och utökad verksamhet vid Storebrogjuteriet AB, Vimmerby kommun

Beslut

Tillstånd

Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Kalmar län (MPD) beslutar

- att meddela Storebrogjuteriet AB, org. nr 556525-0049, nedan kallat bolaget, tillstånd enligt miljöbalken (1998:808) till gjutning för en produktion av maximalt 5 000 ton gott gjutgods per år på fastigheterna Gissemåla 4:85 och 4:90, Vimmerby kommun,
- att tillståndet gäller tillsvidare,
- att tillståndet gäller först när det vunnit laga kraft samt
- att tidigare av Länsstyrelsen utfärdat föreläggande av den 21 augusti 2002, dnr 555-8198-02, upphör att gälla den dag detta tillstånd vunnit laga kraft.

Miljökonsekvensbeskrivning

MPD godkänner till ärendet hörande miljökonsekvensbeskrivning (nedan förkortad MKB).

Tillämpade bestämmelser

Bl. a. följande bestämmelser har tillämpats i beslutet

- 2 kap 4 § (*lokaliseringsprincipen*), 6 kap 9 § (*godkännande av MKB*), 9 kap 6 § (*att tillstånd skall sökas*), 9 kap 8 § (*prövningsmyndighet*), 16 kap 2 § (*villkor*), 16 kap 4 § (*plan*) 16 kap 5 § (*miljö kvalitetsnorm*) samt 19 kap 5 § jämförd med 22 kap 25 § (*vad beslutet ska innehålla*), miljöbalken (1998:808).
- 5 § förordningen (1988:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, (SNI-koder -g1 (*järngjutning*))
-y2, (*blästring*)
-o2, (*förbrukning av organiska lösningsmedel*)
90.007-2 (*uppläggning av inert avfall*) samt
- 16 § delgivningslagen (1970:428).

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

2 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Villkor för verksamhetenDefinitioner

Med **riktvärde** avses ett värde som, om det överskrids, snarast skall föranleda åtgärder så att överskridandet inte upprepas. Överskridandet skall rapporteras till och åtgärderna genomföras i samråd med tillsynsmyndigheten och resultatet skall i tillämplig omfattning styrkas genom förnyad mätning.

Med **tillsynsmyndighet** avses i detta beslut för närvarande Länsstyrelsen i Kalmar län

Allmänt

1. Om inte annat följer av övriga villkor och föreskrifter skall verksamheten bedrivas enligt med vad sökanden angett i ansökningshandlingarna och i övrigt i ärendet angett eller åtagit sig.

Mindre ändring av anläggningen eller verksamheten får dock vidtas efter anmälan till tillsynsmyndigheten. Som förutsättning för anmälan gäller att ändringen inte innebär att en olägenhet av betydelse för människors hälsa eller miljön kan uppkomma.

Utsläpp till vatten

2. Kylvatten, som ej varit i direkt kontakt med produkter, får släppas till recipienten Stångån under förutsättning att det inte innehåller algbekämpningsmedel eller någon annan tillsats som ej i förväg godkänts av tillsynsmyndigheten.

Utsläpp till luft

3. Utsläpp av stoft till luft från bearbetning och sandberedning får som **riktvärde** uppgå till 10 mg stoft/Nm³ luft. Utsläpp av stoft till luft från nyinstallerade filter får dock som **riktvärde** endast uppgå till 5 mg stoft/Nm³ luft.

4. Utsläpp av stoft till luft från smältugnar och segjärnsbehandling får som **riktvärde** för en hel gjutcykel uppgå till 0,1 kg per ton smält metall.

5. Utsläpp av VOC från anläggningen får som **riktvärde** uppgå till maximalt tre ton per år.

6. Verksamheten skall drivas så att luktolägenheter inte uppstår i omgivningen.

Buller

7. Buller från verksamheten mätt som frifältsvärden får från och med **1 juli 2007** som **riktvärden** vid bostäder inte överstiga nedan angivna ekvivalenta ljudnivåer.

- 55 dB(A) vardagar måndag – fredag kl. 07.00 – 18.00
- 45 dB(A) nattetid kl. 22.00 – 07.00
- 50 dB(A) övrig tid.

Högsta momentana ljudnivå nattetid får vara 55 dB(A).

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

3 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Buller från verksamheten mätt som frifältsvärden får från och med **1 januari 2016** som **riktvärden** vid bostäder inte överstiga nedan angivna ekvivalenta ljudnivåer.

- 50 dB(A) vardagar måndag – fredag kl. 07.00 – 18.00
- 40 dB(A) nattetid kl. 22.00 – 07.00
- 45 dB(A) övrig tid.

Högsta momentana ljudnivå nattetid får vara 55 dB(A).

Kemiska produkter och farligt avfall

8. Kemiska produkter och farligt avfall skall hanteras så att spridning av produkt eller avfall ut i omgivningarna inte sker. Förvaring skall ske på kemikalie-resistenta, täta underlag utan golvbrunnar eller andra avlopp, belägna under tak. Flytande eller vattenlösliga produkter skall förvaras inom invallning.

Invallningen skall rymma det inom invallningen förvarade största styckegodsets volym plus 10 % av den volym styckegods som kan förvaras inom invallningen.

Undantag från detta villkor utgör kemisk produkt som används i mindre mängd direkt i anslutning till förbrukningsställe.

Saneringsmedel skall finnas tillgängligt och förvaringsplats skall vara försedd med skylt.

9. Bolaget skall kontinuerligt gå igenom användningen av kemiska produkter i avsikt att ersättas de som kan befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön med produkter som kan antas vara mindre farliga.

Detta arbete skall årligen redovisas i miljörapporten.

Råvaror

10. Skrot, för gjutning, som är förorenat skall lagras på hårdgjord och nederbörds-skyddad yta.

Avfall

11. Utjämningen av schaktbranten får ske först efter det att en plan för hur detta skall ske godkänts av tillsynsmyndigheten. Planen skall innehålla en beskrivning av hur utjämningen kommer att ske, hur stor mängd anläggningsmassor som kommer att användas, hur pH-värdet skall justeras, hur man skall säkerställa att enbart överskottssand med den kvalitet som redovisats i ansökan används samt inom vilken tid anläggningsarbetena kommer att ske.

Energi

12. En energiplan för verksamheten i syfte att spara energi skall utarbetas i samråd med tillsynsmyndigheten. Planen skall inlämnas till tillsynsmyndigheten inom ett år från att detta beslut vunnit laga kraft.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

2005-11-23

551-2641-04

4 (15)

Transporter

13. Transporter av gods in och ut från anläggningen får endast undantagsvis ske på annan tid än vardagar, måndag – fredag, mellan kl 07.00 – 18.00.

Kontroll/Undersökning

14. För verksamheten skall finnas ett kontrollprogram som möjliggör en bedömning av om villkoren följs. Kontrollprogrammet skall ange mätmetoder, mätfrekvens och utvärderingsmetoder. Förslag till kontrollprogram skall inges till tillsynsmyndigheten **inom sex (6) månader** från att detta beslut vunnit laga kraft.

15. Förstagångsundersökning enligt MB av anläggningen skall utföras av utomstående, sakkunnig besiktningsman senast sex månader efter att detta beslut vunnit laga kraft.

Förslag till besiktningsman och program för undersökningen skall inlämnas till tillsynsmyndigheten i god tid innan undersökningen påbörjas.

Undersökningsrapport skall inges till tillsynsmyndigheten.

Särskilda upplysningar**Allmänt erinras om**

- att ändring av anläggningen eller verksamheten kan kräva nytt tillstånd eller anmälan enligt 5 och 21 §§ förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.
- att meddelat tillstånd enligt MB inte befriar från skyldigheten att iaktta vad som i annan författning föreskrivs i fråga om den anläggning eller verksamhet som avses med tillståndet.
- att skyldighet föreligger enligt 1 kap 1 § MB att hushålla med material, råvaror och energi. Uppkomsten av avfall skall minimeras. Avfall som ändå uppstår skall i första hand återanvändas, i andra hand återvinnas eller energiutvinnas och först i sista hand deponeras. Kretslopp skall alltid eftersträvas.

Avfallsförordningen (2001:1063) innehåller bestämmelser om hantering av avfall inklusive farligt avfall.

- att enligt 2 kap 6 § MB gäller skyldighet att undvika att använda sådana kemiska produkter som kan befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön om de kan ersättas med sådana produkter som kan antas vara mindre farliga.
- att tillsynsmyndigheten är skyldig att anmäla överträdelser av bestämmelser i MB eller i föreskrifter som meddelats med stöd av MB om det finns misstanke om brott (26 kap 2 § MB).
- att byte av verksamhetsutövare snarast skall anmälas till tillsynsmyndigheten, (32 § samma förordning). Detta gäller även om delar av verksamheten överlåtes.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

5 (15)

2005-11-23

551-2641-04

- att verksamhetsutövaren till tillsynsmyndigheten skall lämna de uppgifter och handlingar som behövs för tillsynen samt utföra eller bekosta sådana undersökningar av verksamheten och dess verkningar som behövs för tillsynen (26 kap 21 och 22 §§ MB).
- att enligt förordning (1998:940) om avgifter för prövning och tillsyn enligt MB skall avgift betalas årligen av den som bedriver miljöfarlig verksamhet.

Kontroll av verksamheten

Enligt 26 kap 19 § MB skall den som bedriver miljöfarlig verksamhet fortlöpande planera och kontrollera verksamheten för att förebygga miljöpåverkan. Utövare med verksamhet som är tillstånds- eller anmälningspliktig skall följa bestämmelserna i förordning (SFS 1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll

Detta innebär bl a följande för verksamheten.

- En fastställd och dokumenterad fördelning av det organisatoriska ansvaret för de inom företaget aktuella frågor som regleras av miljöbalken, dess förordningar och de beslut som gäller för verksamheten.
- Dokumenterade rutiner för att fortlöpande kontrollera att utrustning m.m. för drift och kontroll hålls i gott skick, för att förebygga olägenheter för människors hälsa och miljön.
- Dokumenterade undersökningsresultat och dokumenterade riskbedömningar ur miljö- och hälsosynpunkt.
- En förteckning över kemiska produkter och biotekniska organismer som hanteras inom verksamheten.

Enligt 26 kap 20 § MB skall den som utövar tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet varje år lämna en miljörapport till tillsynsmyndigheten.

Miljörapporten skall bl. a. redovisa de åtgärder som har vidtagits för att uppfylla villkoren i tillståndsbeslutet och resultatet av dessa åtgärder och verksamhetens miljöpåverkan i annat avseende.

Redogörelse för ärendet

Tidigare beslut

Verksamheten är inte tidigare prövad.

Däremot finns ett antal förelägganden beslutade av Länsstyrelsen i tillsynsfrågor daterade 9 februari 1973, 5 december 1973, 21 augusti 2002 samt 17 december 2002.

Samråd

Tidigt samråd enligt 6 kap 4 § MB har ägt rum den 22 maj 2001 med närvaro av företrädare för sökanden, Länsstyrelsen och kommunen. Samråd med enskilda som kan antas särskilt berörda har skett genom ett informationsmöte den 11 juni 2001.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

6 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Länsstyrelsen beslutade den 14 januari 2002 att verksamheten kan anses medföra betydande miljöpåverkan i den mening som avses i miljöbalken. Detta innebär att ett utökad samråd har hållits.

Ärendets handläggning

Ansökan om tillstånd inkom till Länsstyrelsen den 18 mars 2004 och sändes efter komplettering på remiss till Miljö- och byggnadsnämnden och Samhällsbyggnadsnämnden den 21 mars 2005. Ansökan har kungjorts i ortspressen den 26 mars 2005. Yttranden har inkommit från Samhällsbyggnadsnämnden den 22 april 2005 och från Miljö- och byggnadsnämnden den 3 maj 2005. Yttrandena har översänts till sökanden. Sökanden har avstått från att framföra synpunkter över inkomna yttranden.

Yrkanden och förslag till villkor

Storebrogjuteriet AB yrkar om tillstånd för fortsatt och utökad verksamhet avseende järngjutgodsfremställning genom handformning i furansand med tillhörande efterbearbetning omfattande bl.a. slipning, blästring och rostskyddsbehandling vid företagets lokaler på fastigheterna Gissemåla 4:85 och 4:90 i Storebro samhälle och Vimmerby kommun. Utökningen av produktionen kommer att ske successivt.

Under förutsättning att bolagets befintliga deponi klassas som deponi för inert avfall yrkar bolaget tillstånd att även i fortsättningen deponera överskottssand intill dess område är uppfyllt.

Bolaget yrkar vidare att utnyttja överskottssand från verksamheten för utfyllnad av schaktbranten öster om företaget.

Under förutsättning att slagg från bolagets smältugnar kan klassas som avfall som kan läggas på inert deponi yrkar bolaget att även slagg skall få deponeras på bolagets deponi samt utnyttjas för utfyllnad av schaktbranten enligt ovan.

Ansökan omfattar framställning för en maximalvolym av 5 000 ton gott gods per år.

Allmänna villkoret

Om inte annat framgår av övriga nedan angivna villkor skall verksamheten, inklusive åtgärder för att reducera störningar för omgivningen, bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad Bolaget angivit eller åtagit sig i ärendet.

Mindre förändringar får dock företas om ändringen inte medför ökad störning för omgivningen. I annat fall får ändringen inte genomföras förrän beslut erhållits från tillsynsmyndigheten.

Utsläpp till luft

Utsläpp av stoft till luft från bearbetning och sandberedning föreslås som riktvärde, mätt som stickprov vid besiktning, gälla max 10 mg stoft/Nm³ luft.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

7 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Utsläpp av stoft till luft från smältugnar och segjärnsbehandling föreslås som riktvärde för en hel gjutcykel, mätt som stickprov vid besiktning, gälla max 0,2 kg per ton smält metall.

Kylvatten

Utsläpp av kylvatten föreslås även fortsättningsvis ske till Stångån.

Buller

Vid närmast belägna bostadshus föreslås nedanstående riktvärden gälla:

- 55 dB(A) vardagar kl. 07.00 – 18.00
- 45 dB(A) nattetid kl. 22.00 – 07.00
- 50 dB(A) övrig tid

Högsta momentana ljudnivå nattetid får vara 55 dB(A).

Råvaru- och kemikaliehantering

Inköp av råvaror och kemikalier föreslås ske i en omfattning relaterad till aktuell produktion inom ramen för lovgivet tillstånd. Val av råvaror och tillsatskemikalier samt hantering, lagring och förbrukning föreslås ske i enlighet med de rutiner som redovisats i ansökan och miljökonsekvensbeskrivning.

Avfallshantering

Överskottssand och finfraktion från filter till sandblandare och urslagning föreslås deponeras på bolagets egen deponi alternativt används för t.ex. fyllnadsmaterial eller material för utfyllnad av schaktbrant i anslutning till företaget.

Sökandens beskrivning av verksamheten

Gjuteriet ligger i Storebro tätorts södra del invid dess södra utfart till riksväg 34. Området omges av två höjder en i sydväst och en i nordost, båda bebyggda med bostäder. I norr gränsar området mot Stångån och i nordväst till Storebro damm. Närmaste bostadskvarter ligger på cirka 50 meters avstånd från anläggningen i sydvästlig riktning.

För smältning används en högfrekvent och en lågfrekvent induktionsugn med 2,5 respektive 5 tons chargevikt. Klassat skrot (plåtklipp och smide), tackjärn och återgång används som råvara. Till detta tillförs mindre mängder tillsatsämnen. Efter smältningen tappas smältan över till avgjutingskänkar.

Vid utökad produktion kommer ytterligare ugnskapacitet att installeras.

Form- och kärnframställning sker enligt furanmetoden. I denna metod blandas sand, harts och en syra maskinellt till en kallhårdande form- och kärnmassa. Av massan formas manuellt antingen kärnor i kärnmakeriet eller formar i formningsavdelningen.

Vissa speciella produkter, ca 15 % av produktionen, tillverkas genom fullforms-gjutning. Metoden innebär att en modell av expanderad frigolit blackas med vattenbaserad black och omges av formsand. Modellen tas ej ur formen före

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

8 (15)

2005-11-23

551-2641-04

gjutning utan gjutning sker i formen medan modellen fortfarande är kvar i denna. Under gjutningen förgasas modellen helt genom smältans inverkan. Den volym som modellen har ersätts därmed av smältan. Metoden har störst fördel vid tillverkning av enstycke gods.

Efter avgjutning följer kylning och urslagning, där gjutgodset skiljs från formsanden. Sanden återförs till stora delar till sandberedningen. Efter urslagning transporteras godset vidare till rensriet.

I rensriet efterbehandlas gjutgodset genom blästring, slipning och mejsling. Vissa detaljer går vidare till värmebehandling och målning.

Mindre detaljer värmebehandlas i elugn och de större detaljerna i gasolddriven värmebehandlingsugn.

Huvuddelen av målningen sker av annat företag, men måleriföretaget klarar inte av att hantera de största produkterna varför dessa målas i gjuteriets lokaler.

Överskottssand deponeras på egen deponi.

Miljökonsekvensbeskrivning (sammanfattning)

De dominerande utsläppen till luft är stoft från sandberedning, urslagning, smältugnar och renseri, alkohol från black och pyrolysoxid från bindemedlet i sanden. Utgående luft från gjuteriet renas i filter.

Kylvatten som använts för kylning av ugnar och sand avleds till Stångån.

Överskottssand deponeras på egen deponi på fastigheten. Slagg och stoft lämnas för omhändertagande på den kommunala deponin. Uttjänta oljor, färgrester och lysrör lämnas som farligt avfall.

Externt buller från verksamheten genereras främst av frånluftsfläktar som betjänar olika reningsanläggningar samt vid hantering av metallråvara.

Inkomna yttranden

Samhällsbyggnadsnämnden i Vimmerby kommun har i yttrande anfört att de inte har något att erinra i ärendet.

Miljö- och byggnadsnämnden i Vimmerby kommun har i yttrande tillstyrkt ansökan under förutsättning att följande synpunkter beaktas:

1. I det kommande tillståndsbeslutet bör alla tidigare miljöbeslut bakas in.
2. Tidpunkt för när riktvärden för buller gällande befintlig industri skall klaras skall anges i tillståndsbeslutet.
3. Företaget bör åläggas att även för sättningsvis arbeta aktivt för att om möjligt nå ned till nyetableringsvärdena gällande externt industribuller.

Verksamhetsutövarens synpunkter

Verksamhetsutövaren har beretts möjlighet att bemöta Miljö- och byggnadsnämnden yttrande, men inte inkommit med några synpunkter.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

9 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Bolaget har fått del av Länsstyrelsens yttrande jämte förslag till beslut och har därvid lämnat synpunkter vad gäller villkoren för VOC och buller samt klassningen av deponin och motiveringen till villkor 12.

Länsstyrelsens bedömning

Lokalisering

Enligt Boverkets allmänna råd 1995:5 "Bättre plats för arbete" anges 500 meter som riktvärde för skyddsavstånd för gjuterier som använder sand för formar och kärnor. Avståndet till närmaste bostadskvarter är endast cirka 50 meter.

Redan år 1728 grundades Storebro Bruk och en hammarsmedja anlades. År 1808 anlades gjuteriet och man började producera gjutjärn. Storebro Samhälle är ett brukssamhälle som växt upp kring Storebro Bruk.

Bolaget har genomfört en markundersökning. Uppmätta halter av metaller och organiska ämnen var generellt låga.

Länsstyrelsen anser att den föreslagna lokaliseringen kan accepteras, dock bör omfattande skyddsåtgärder vidtas.

Hushållningsbestämmelser (riksintressen)

Enligt 2 kap 4 § MB skall för verksamheten väljas en sådan plats som är lämplig bl.a. med hänsyn till 3 och 4 kap MB. Lokaliseringen berör inte något av de områden som är av riksintresse enligt 3 och 4 kap MB.

Miljö kvalitetsnormer

Tillstånd får enligt 16 kap 5 § MB inte meddelas för en ny verksamhet som medverkar till att en miljö kvalitetsnorm överskrids. Inga nu gällande miljö kvalitetsnormer bedöms, med hänsyn tagna till i tillståndet föreskrivna skyddsåtgärder, överskridas p.g.a. bolagets verksamhet.

Planförhållanden

För verksamheten skall en sådan plats väljas att ändamålet uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljö.

Enligt 16 kap 4 § MB får inte tillstånd meddelas i strid med gällande detaljplan eller områdesbestämmelser. Den nu föreslagna anläggningen ligger på en fastighet som är planlagd för industriändamål.

Länsstyrelsen finner att verksamheten är förenlig med gällande plan.

Kultur

Planerad utvidgning berör inga av länsstyrelsen kända fasta fornlämningar. Länsstyrelsen erinrar dock om bestämmelserna i 2 kap. 10 § kulturminneslagen (KML). Om en fornlämning påträffas under grävning eller annat arbete, skall arbetet avbrytas. Den som leder arbetet ska omedelbart anmäla till Länsstyrelsen att en fornlämning påträffats.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

10 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Miljökonsekvensbeskrivning

Länsstyrelsen anser att miljökonsekvensbeskrivningen, som bifogats ansökan, i allt väsentligt uppfyller kraven enligt 6 kap MB med hänsyn till verksamhetens art och omfattning.

Övrigt

Länsstyrelsen bedömer att bolagets verksamhet inte omfattas Seveso-direktivet. Trots att verksamheten har betydande VOC utsläpp omfattas den inte av VOC-direktivet eftersom gjuterier är undantagna från detta direktiv. Verksamheten omfattas inte heller av IPPC-direktivet, men eftersom produktionsvolymen tangerar gränsen för att omfattas av direktivet har Länsstyrelsen använt BREF-dokumentet för att bedöma vad som är bästa möjliga teknik.

Avfall*Karakterisering av överskottsand*

Bolaget har visat att överskottsanden från gjuteriet inte utgör farligt avfall.

Sanden har av bolaget klassats som ett icke-farligt avfall med avfallskod 10 09 08 och bedömts kunna läggas på en deponi för inert avfall. Laktest har utförts både som perkolationstest och skaktest. Vid skaktestet innehölls inte gränsvärdena för att sanden skall få läggas på en deponi för inert avfall då bl.a. gränsvärdet för nickel överskreds. Vid det senare perkolationstestet klarades dock gränsvärdena. Länsstyrelsen delar därför bolagets bedömning både vad gäller klassningen av avfallet och till vilken typ av deponi det kan lämnas.

Bolaget hävdar att även det resultat som erhöles vid skaktestet uppfyller kraven för att få läggas på inert deponi med hänvisning till skrivningen i "Rådets beslut" att 3 gånger högre gränsvärden kan godtas för vissa parametrar vid laktest och att endast nickel överskrider gränsvärdena. Länsstyrelsen konstaterar det i den svenska implementeringen av "Rådets beslut", naturvårdsverkets föreskrift 2005:09, nyligen införts en möjlighet att lämna dispens för upp till tre gånger högre gränsvärden.

Det är dock tillfyllest att gränsvärdena innehålls vid perkolationstestet och frågan om dispens behöver därför inte prövas i detta ärende. Överskottsanden kan därför lämnas till en deponi för inert avfall.

Klassning av deponin

Av Naturvårdsverkets handbok 2004:2 om deponering av avfall framgår på sid 36 att utgångspunkten för bedömningen av vilken deponiklass en deponi skall hänföras till i första hand bör vara vilken typ av avfall som deponerats på deponin sedan förordning (2001:512) om deponering av avfall trädde i kraft den 16 juli 2001.

I ett enskilt fall bör dock bedömningen även grundas på vad som är känt om det avfall som tidigare deponerats samt de avfallsslag som avses deponeras i framtiden. På sidan 21 i bolagets MKB-dokument framgår att det tidigare under många år deponerats avfallstyper som inte är att betrakta som inert avfall, tex. slam från

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

11 (15)

2005-11-23

551-2641-04

våtavskiljare efter kupolugnar och stoft från filter efter slipning och blästring. Det slam som deponerats bedöms av bolaget innehålla en del föroreningar i form av tungmetaller. Deponerat slam och stoft kan, även enligt äldre bestämmelser, ha utgjort farligt avfall.

Länsstyrelsen bedömer sammantaget att det tidigare deponerats både farligt och icke-farligt avfall på deponin i sådana mängder att den inte kan klassas som en deponi för inert avfall. Mängden farligt avfall som deponerats bedöms dock vara begränsad, varför det inte finns skäl klassa den som en deponi för farligt avfall. Deponin skall därför klassas som en deponi för icke-farligt avfall.

Bolaget har yrkat tillstånd för fortsatt drift av deponin endast under förutsättning att den klassas som en deponi för inert avfall. Deponin skall därför, såsom framgår av bolagets yrkande, inte ingå i prövningen.

Utfyllnad av schaktbranten

Utfyllnaden är reglerad i detaljplan, antagen av samhällsbyggnadsförvaltningen den 29 januari 2004. Då planen anger att schaktbranten bör fyllas ut anser Länsstyrelsen att användandet av överskottsmassorna är att beteckna som anläggningsändamål och inte som deponi.

Bolaget har visat att överskottssandens uppfyller kravet för att kunna deponeras på deponi för inert avfall. Bolagets analyser visar också att överskottssandens innehåll av metaller inte överstiger nivåerna som anges i SP:s certifieringsregler för anläggningsjordar. Som anläggningsjord definieras jord som avses för användning vid anläggning av grönytor såsom t ex parker, villaträdgårdar, vägkanter.

Överskottssanden har dock ett så lågt pH-värde att den inte är lämplig att använda utan någon form av pH höjande åtgärd, t.ex. inblandning av kalk.

Överskottssandens egenskaper är sådana att föroreningrisken bedöms som ringa, under förutsättning att pH värdet justeras. Länsstyrelsen kan därför godta bolagets ansökan om utfyllnad av schaktbranten. Innan utfyllnaden sker måste dock ett antal detaljfrågor utredas. Detta görs lämpligen genom att en plan lämnas in till tillsynsmyndigheten, se villkor 11.

Motivering av villkor

Allmänna villkoret

Villkor 1: Allmänna villkoret innebär att bolaget är skyldiga att följa vad som uppgivits i ansökan och vad man i övrigt åtagit sig i ärendet om inget annat sägs i detta beslut. Formuleringen är i enlighet med nuvarande praxis och innebär att ansökans innehåll och övriga åtaganden från bolagets sida får samma juridiska status som övriga villkor i detta beslut.

Utsläpp till vatten

Villkor 2: Utsläppet av kylvattnet är så begränsat att det inte bedöms kunna leda till någon påverkan av Stångån. Detta är dock under förutsättning att något algbekämpningsmedel eller något annat medel tillsatts kylvattnet.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

2005-11-23

551-2641-04

12 (15)

Utsläpp till luft

Villkor 3 och 4: I BREF-dokumentet, för gjuterier, anges BAT-nivån för vara 0,2 kg stoft/ton smält metall och ett stoftutsläpp för övriga delar mellan 5 och 20 mg/Nm³. Bolagets yrkanden ligger också inom denna nivå.

I Sverige har det dock utvecklats en praxis att kräva en utsläppsnivå på 0,1 kg stoft/ton smält metall, vilket Länsstyrelsen anser bör föreskrivas. Vidare anser Länsstyrelsen att bästa möjliga teknik bör krävas vid installation av nya filter. Vilket innebär att ett lägre riktvärde bör föreskrivas för dessa.

Villkor 5: Nivån i villkoret ligger på vad Bolaget redovisat i tillståndsansökan. Länsstyrelsen anser att VOC-utsläppen är av sådan omfattning att ett gränsvärde bör föreskrivas.

Villkor 6: Lukt uppkommer vid formning, blackning och avgjutning. Vid samrådet med närboende framkom att lukt från anläggningen minskat avsevärt och numera inte är ett problem. Eftersom luktproblem är förknippat med branschen bör man genom villkorsskrivning reglera luktstörningar även om inget luktproblem finns i nuläget.

Buller

Villkor 7: Verksamheten är tämligen bullrande samtidigt som den är lokaliserad nära bostäder. Detta innebär att Bolaget måste vidta omfattande åtgärder för att begränsa bullernivåerna. I en bullerutredning som bifogats MKB:n har det bedömts möjligt att uppnå 45 dBA nattetid på sikt. Länsstyrelsens anser att bullerreducerade åtgärder måste prioriteras och att befintlighetsvärdena skall uppnås senast den 1 juli 2006.

Enligt Naturvårdsverkets förslag till nya allmänna råd om externt industribuller anges att befintliga industrier som inte klarar av, de tidigare s.k. nyetableringsvärdena, inom en övergångstid skall vidta skyddsåtgärder förändringar i verksamheten så att angivna riktvärden kan innehållas. Tidsfristen bör, enligt Naturvårdsverket, inte vara längre än till år 2016. Vidare skriver Naturvårdsverket att det i vissa speciella fall, exempelvis på grund av kort avstånd mellan industri och omgivande bebyggelse, kan bedömas praktiskt och ekonomiskt orimligt att uppnå nyetableringsvärdena. Där kan ett överskridande på 5 dBA accepteras.

Länsstyrelsen anser att bolaget skall arbeta för att på sikt nedbringa bullret så de lägre värdena kan hållas vid de flesta bostäderna runt industrin. Det är möjligt att det är ekonomiskt orimligt att uppnå dessa lägre värden vid samtliga bostäder. Länsstyrelsen kan utifrån beslutsunderlaget inte avgöra vilka fatigheter som bör undantas från villkoret. Med hänsyn taget till detta och att det är oklart vilken bullersituation som gäller i framtiden föreskriver Länsstyrelsen att de strängare villkoren ska gälla för samtliga bostäder senast 2016. Om det visar sig att bolaget inte kan uppfylla detta kan man i ett senare skede ansöka om en villkorsändring i vilken man undantar någon/några fastigheter från de strängare villkoren.

Kemiska produkter

Villkor 8: Överrensstämmer med vad som normalt föreskrivs.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

13 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Villkor 9: Enligt miljöbalken skall kemiska produkter som kan befaras medföra risker för människors hälsa eller miljön ersättas med produkter som kan antas vara mindre farliga. Inom verksamheten hanteras en stor mängd kemiska produkter. Innehållet i en del av dessa är upptagna i Kemikalieinspektionens Prio-verktyg, vilket innehåller ämnen vars användning bör begränsas. Länsstyrelsen anser därför att det är av stor vikt att bolaget fortlöpande arbetar för att byta ut kemiska produkter mot mindre miljö- och hälsofarliga.

Arbetet genomförs lämpligen genom att de kemiska ämnen (enskilda eller i kemiska produkter) som hanteras i verksamheten och som har sådana egenskaper att de faller inom kriterierna för utfasningsämnen och riskminskningsämnen i Kemikalieinspektionens Prio-verktyg identifieras. Utfasningsämnet ersätts så långt möjligt med ämnen som är dokumenterat mindre farliga. För ämnen som faller inom kriterierna för riskminskning skall utfasning övervägas eller riskminskande åtgärder genomföras.

Tillsynsmyndigheten kan genom sin tillsyn vid behov förelägga bolaget om begränsning eller förbud av vissa ämnen.

Råvaror

Villkor 10: För att minska föroreningsrisken är det viktigt att lagra skrot som är oljebemängt eller förorenat med skärvätska eller liknande på föreskrivet sätt. Denna åtgärd anges också som bästa möjliga teknik i BREF-dokumentet för gjuterier.

Avfall

Villkor 11: Det finns inte tillräckligt med uppgifter i ansökan och MKB:n för att kunna fastställa hur utfyllnad av schaktbranten ska ske. Detaljfrågorna i detta ärende lämnas lämpligen till tillsynsmyndigheten att avgöra.

Energi

Villkor 12: Enligt 5 § 2 kap MB skall miljöfarliga verksamheter hushålla med energi och råvaror. Bolagets verksamhet förbrukar stora mängder energi. År 2003 förbrukades cirka 2,5 GWh för smältning eller 960 kWh per ton gott gods. Detta kan jämföras att man i BREF-dokumentet anger att nivåer på 520 till 800 kWh per ton smält metall är vanliga och att 550 till 650 kWh per ton smält metall kan uppnås med god energi hushållning.

Länsstyrelsen anser att bolaget närmare bör utreda sin verksamhet med målsättningen att minska energiförbrukningen samt undersöka möjligheten att omhänderta spillvärme.

Planen skall t.ex. innehålla uppgifter om nuvarande energitillförsel uppdelat på olika energislag, energianvändning i olika processer, uppvärmning, ventilation, belysning etc. samt möjligheter till energieffektiviseringar och en tidplan för dessa åtgärder. Energiplanen bör även innehålla uppgifter om energiproduktion per ton smält metall så att energiåtgången kan jämföras med de i BREF-dokumentet angivna nivåer. Tillsynsmyndigheten får, via tillsynen, besluta om eventuella åtgärder utifrån energiplanens slutsatser.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

14 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Transporter

Villkor 13: Med hänsyn till verksamhetens lokalisering är det av stor vikt att transporter styrs så att de sker dagtid. Detta är också viktigt för att villkor avseende buller ska kunna uppnås. Länsstyrelsen kan dock acceptera att undantagsvis ske vid andra tider. Undantagsvis anser Länsstyrelsen vara en eller ett par gånger per månad.

Kontroll

Villkor 14: Bestämmelsen i 22 kap 25 § miljöbalken förutsätter att kontrollen kan genomföras med en kombination av metoder såsom mätningar, besiktningar, indirekta mätningar och driftkontroll. Av kontrollprogrammet skall bl.a. mätmetod, mätfrekvens och utvärderingsmetod framgå. Kontrollprogrammet bör upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten och fortlöpande revideras vid behov. Om inte kraven uppfylls ankommer det på verksamhetsutövaren och tillsynsmyndigheten i sina respektive roller att vidta åtgärder, vilket bör ske inom ramen för kontrollprogrammet.

Villkor 15: Med tanke på att det är första gången verksamheten provas anser Länsstyrelsen att en förstagångsundersökning behövs.

Länsstyrelsens sammanfattande bedömning

Länsstyrelsen finner att ansökan är förenlig med gällande plan och med hushållningsbestämmelserna i 3 och 4 kap MB. Länsstyrelsen bedömer att verksamheten inte förväntas ge upphov till störningar av betydelse om verksamhetsutövaren iakttar skäliga försiktighetsmått enligt vad som anges i ansökan och vad som övrigt föreskrivs i detta beslut. Vidare finner Länsstyrelsen att inget hinder föreligger enligt miljöbalkens hänsyns- och tillåtlighetsregler mot att bevilja bolaget sökt tillstånd.

Planerad verksamhet bedöms ej heller strida mot regionala och nationella miljömål på ett sätt som påverkar tillåtligheten. Länsstyrelsen bedömer därmed att lokaliseringen kan godtas och att tillstånd bör medges.

MPD:s bedömning

MPD delar Länsstyrelsens bedömning, dock med följande tillägg och ändringar.

Utsläpp av VOC ändras till att omfatta riktvärde istället för gränsvärde.

Riktvärdena för buller ändras till att gälla först från och med den 1 juli 2007.

Beträffande slagg från bolagets smältugnar kan detta inte utan närmare utredning klassas som inert avfall. Även om det skulle klassas som avfall som kan läggas på inert deponi är det inte säkert att avfallet är inert vilket är ett krav för att det skall kunna användas för anläggningsändamål. Avfallet i fråga kan innehålla sådana ämnen, exempelvis tungmetaller, som inte i vidare omfattning bör spridas i miljön.

Motiveringen till villkor 12 har ändrats i enlighet med bolagets påpekande.

LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

BESLUT

15 (15)

2005-11-23

551-2641-04

Hur man överklagar

Detta beslut kan överklagas hos Miljödomstolen vid Växjö tingsrätt genom skrivelse till Miljöprövningsdelegationen, se bilaga 1.

Kungörelsedelgivning

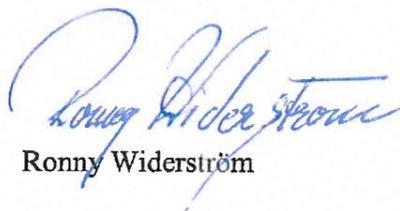
MPD beslutar att delgivning av detta beslut sker genom kungörelsedelgivning, se bilaga 1.

I den slutliga handläggningen av detta ärende har deltagit Anders Enroth, ordförande, och Ronny Widerström, miljösakkunnig.

Ärendet har i Miljöprövningsdelegationen föredragits av Staffan Johnson, som dock inte deltagit i beslutet.



Anders Enroth



Ronny Widerström

Bilagor

1. Upplysningar om kungörelsedelgivning och hur man överklagar
2. Kungörelse

Kopia

akten

Miljö- och byggnadsnämnden, Vimmerby kommun, 598 81 VIMMERBY

Naturvårdsverket, 106 48 STOCKHOLM

Aktförvararen Stefan Larsson, Miljö- och byggnadskontoret, 598 81 VIMMERBY

Samhällsbyggnadsnämnden, Vimmerby kommun, 598 81 VIMMERBY

Emir

Håkan Knutsson

Ronny Widerström

Staffan Johnson



LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

Miljöprövningsdelegationen

UPPLYSNING

2005-11-23

Bilaga 1.
551-2641-04

UPPLYSNING OM KUNGÖRELSEDELGIVNING

Kungörelse d v s annons skall inom tio dagar från beslutsdatum införas i Vimmerby tidning.

Beslutet hålls tillgängligt hos Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen, Malmbrogatan 6, Kalmar, samt hos aktförvararen i ärendet, Stefan Larsson, Miljö- och byggnadskontoret i Vimmerby kommun, Stadshuset, 598 81 VIMMERBY.

Ett exemplar av kungörelsen skall översändas till kommunen, ett till sökanden, ett till Naturvårdsverket samt ett till ovannämnda aktförvarare för att vara tillgängligt för sakägarna.

Delgivning anses ha skett på tionde dagen efter dagen för detta beslut, under förutsättning att kungörelsen inom den tiden införts i ovannämnda tidning.

HUR MAN ÖVERKLAGAR TILL MILJÖDOMSTOLEN I VÄXJÖ

Om Ni är missnöjd med Miljöprövningsdelegationens beslut kan Ni överklaga detta hos Miljöödomstolen i Växjö. Det gör Ni genom en skrivelse till Miljöödomstolen men Ni skickar skrivelsen till Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen i Kalmar län.

Tala om vilket beslut Ni överklagar, t ex genom att ange ärendets nummer, (diarienummer). Redogör för dels varför Ni menar att Miljöprövningsdelegationens beslut är felaktigt, och dels för vilken ändring i beslutet Ni vill ha.

Länsstyrelsen måste ha fått Er skrivelse senast den 27 december 2005, annars kan Ert överklagande inte prövas.

Ni undertecknar skrivelsen och uppger namn, postadress och telefonnummer.

Om Ni har handlingar eller annat som Ni anser stöder Ert överklagande, så bör Ni skicka med detta.

Ni kan anlita ombud att sköta överklagandet åt Er.

Observera att Er skrivelse skall lämnas/skickas till Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen, Malmbrogatan 6, 391 86 Kalmar.

För ytterligare upplysningar kan Ni vända Er till Miljöprövningsdelegationen.



LÄNSSTYRELSEN
KALMAR LÄN

Miljöprövningsdelegationen

KUNGÖRELSE

2005-11-23

BILAGA 2

551-2641-04

NATUR OCH MILJÖ

Miljöskydd, kungörelsedelgivning

Storebroguteriet AB har den 23 november fått tillstånd enligt miljöbalken (1998:808) till gjutning för en produktion av maximalt 5 000 ton gott gjutgods per år på fastigheterna Gissemåla 4:85 och 4:90, Vimmerby kommun. Tillståndet gäller tillsvidare.

Beslutet som innehåller vissa villkor hålls tillgängligt på Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen, Malmbrogatan 6, Kalmar och hos aktförvararen Stefan Larsson, Miljö- och byggnadskontoret i Vimmerby kommun, Stadshuset, Vimmerby.

Beslutet kan överklagas hos Miljödomstolen i Växjö genom skrivelse som lämnas eller skickas till Miljöprövningsdelegationen, Länsstyrelsen, 391 86 KALMAR. Delegationen måste ha fått skrivelsen senast den 27 december 2005.