

---

# FFI-RAPPORT

---

16/00909

## Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2015

—  
Simon Utstøl-Klein  
Marte Melnes  
Tove Engen Karsrud  
Petter Prydz



# **Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2015**

Simon Utstøl-Klein  
Marte Melnes  
Tove Engen Karsrud  
Petter Prydz

---

## **Emneord**

Miljøovervåking  
Forsvarssektoren  
Avfall  
Energi  
Klima  
Ammunisjon

### **FFI-rapport:**

FFI-RAPPORT 16/00909

### **Prosjektnummer**

127001

### **ISBN**

P: 978-82-464-2724-9

E: 978-82-464-2725-6

### **Godkjent av**

*Øyvind Voie, forskningsleder*  
*Janet Blatny, avdelingssjef*

---

---

## Sammen drag

Rapportene "Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap" utgis årlig av Forsvarets Forskningsinstitutt og er basert på innrapporterte tall til Forsvarssektorens miljødatabase (MDB) fra sektoren med dens etater samt avtalepartnere tilknyttet sektorens virksomhet. Rapportene gir oversikt over resultat og utvikling for sentrale miljøaspekter i forsvarssektoren over tid, herunder avfall, energi, drivstoff, ammunisjon, vann, kjemikalier og akutte utslipp, samt utslipp av klimagasser og andre stoffer.

**Næringsavfall** rapporteres direkte til MDB fra avfallsselskapene i de ulike markedsområdene i Forsvarsbygg (FB), mens bygg- og anleggsavfall rapporteres av FB. Det ble generert totalt 16 437 tonn næringsavfall i 2015, som utgjør en 3 % økning fra 2014. Sorteringsgraden for næringsavfall var 61 %, mens andelen avfall til material- eller energigjenvinning var 95 %.

**Energiforbruk** knyttet til forsvarssektorens bygg- og anlegg i Norge i 2015 rapporteres fra FB og er basert på faktura fra energileverandør ved de ulike etablissementene i sektoren. Det rapporterte samlede energiforbruket knyttet til bygg- og anlegg i 2015 var 672 GWh. Dette er en økning på 2 % fra 2014. Energi levert fra fyringsolje er redusert med 6 % fra 2014 og fornybarandelen er beregnet til 87 %.

**Drivstofforbruket** knyttet til forsvarssektorens kjøretøy, luftfartøy, fartøy og aggregater i 2015 var 85 298 m<sup>3</sup>. Dette representerer en reduksjon på 11 % sammenlignet med 2014. Forbruk på fartøy og luftfartøy står for 92 % av det samlede drivstofforbruket i sektoren.

**Ammunisjonsforbruk** fordelt på organisasjonsenhet, skytefelt og ammunisjonstype blir rapportert til MDB via Digital blankett 750 (DBL-750). I 2015 ble det innrapportert 14 694 231 ammunisjonsenheter, 15 % flere enn i 2014. Rapporteringsgraden beskriver forholdet mellom utlevert og innrapportert ammunisjon og er beregnet til 68 % (uten løsammunisjon) for 2015, som er en økning på 13 % sammenlignet med 2014. Forbruk av blyholdig ammunisjon har økt med 31 % fra 2014 til 2015.

**Vannforbruk** blir innhentet fra FB og Forsvarets Operative Hovedkvarter (FOH) for henholdsvis innenlands og utenlands forbruk. Det samlede innrapporterte vannforbruket fra forsvarssektoren i 2015 var 2 282 515 m<sup>3</sup>. Dette er relativt uendret fra forbruket i 2014.

**Kjemikalieforbruk** rapporteres fra etablissementer i sektoren der det benyttes betydelige mengder kjemikalier, men er med unntak av fly- og baneavisingkjemikalier mangelfullt innrapportert. Fra Forsvarets flystasjoner ble det innrapportert et forbruk på 1 113 tonn avisingkjemikalier i 2015. Forbruket av urea til baneavising var 12 % høyere i 2015 sammenlignet med 2014.

**Utslipp til luft** beregnes ut fra innrapportert drivstoff- og energiforbruk ved hjelp av utslippsfaktorer knyttet til ulike materielltyper og energivarer. I 2015 ble det beregnet et totalt utslipp av 280 127 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra forsvarssektorens virksomheter, som er en reduksjon på 9 % fra 2014. Denne reduksjonen henger sammen med redusert totalt drivstofforbruk og redusert andel fyringsolje i energiforsyningen.

Det er nær sammenheng mellom de krav og forutsetninger som påvirker sektorens aktivitetsmønster og den samlede miljøbelastningen. Samtidig med en kontinuerlig effektivisering av ressursbruk og minimering av miljøbelastning er det derfor behov for å se miljøbelastningen i sammenheng med årlige svingninger i forsvarssektorens leveranser i forhold til sikkerhets- og forsvarspolitiske målsetninger.

---

---

## Summary

The reports in the series “Environmental reporting in the Norwegian defence sector” are published annually by the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) and present data reported by the defence sector and associated partners to the Norwegian Defence Environmental Database (NDED). The reports provide an overview of results and trends for environmental aspects of the defence sector’s operations including the generation of waste, energy expenditure, fuel consumption, use of ammunition, water consumption, chemicals and accidental emissions, as well as an overview of emissions of climate gases and other substances.

**Waste** generation is reported to NDED by associated waste management companies contracted within the various market areas of the Norwegian Defence Estate Agency (NDEA). The total amount of waste produced in 2015 was 16 437 tons, which represents an increase of 3 % compared to 2014. The degree of waste sorting was 61 %, while 95 % of all waste outside construction waste was either recycled or processed with energy recovery.

**Energy consumption** associated with the defence sector’s buildings and properties in Norway was reported by the NDEA based on invoice documentation provided by the associated energy suppliers. The total energy consumption in buildings and other properties was estimated to 672 GWh in 2015. This represents a 2 % increase compared to 2014. Energy provided by fuel oil was reduced by 6 % compared to 2014 and the proportion of renewable energy was estimated at 87 %.

**Fuel consumption** connected to the use of vehicles, aircraft, vessels and auxilliary power units was 85 298 m<sup>3</sup> in 2015. This is a reduction of 11 % compared to 2014. Fuel consumption on aircraft and vessels represents ~92 % of the total fuel consumption in the defence sector.

**The use of ammunition** is reported and specified on a digital form (DBL 750) by organizational unit, shooting range and ammunition type. A total of 14 694 231 units of ammunition were reported through DBL 750 in 2015, which represents an increase of 15 % compared to 2014. The degree of reporting is contingent on the relation between ammunition provided to the armed forces and the proportion reported as being used on the range. The degree of reporting in 2015 was 68 % (excluding blank ammunition), which is an increase of 13 % compared to 2014. Reported use of lead-based ammunition increased by 31 % compared to 2014.

**Water consumption** is reported by NDEA and the Norwegian Defense Operative Headquarters (FOH) for domestic and abroad consumption respectively. The total water consumption in 2015 was 2 282 515 m<sup>3</sup>. This represents a ~1 % decrease in consumption compared to 2014.

**The use of chemicals** is reported from establishments within the sector where chemicals are used on a regular basis, but is with the exception of de-icing fluids insufficiently reported. 1113 tons of de-icing fluids was reported from the defense sector’s airbases in 2015. The usage of urea for de-icing of runways was increased by 12 % compared to 2014.

**Emissions** to air are estimated based on reported fuel- and energy use and emission factors associated with the various materiel. Emissions from the defense sector’s activities were estimated at 280 127 tons of CO<sub>2</sub> equivalents in 2015. This represents a reduction of 9 % compared to 2014, and is associated with reduced total fuel consumption and reduced use of fuel oil for heating.

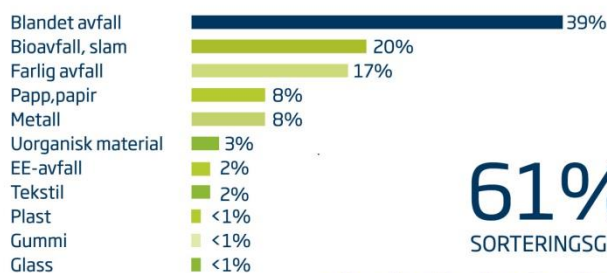
There is a close relation between the demands and prerequisites which dictate the sector’s volume and pattern of activity and its total impact on the environment. Thus, in addition to a continuous process of optimization of resource use and minimization of negative environmental impacts, it is necessary to view the sum of environmental impacts in light of shifts in the defence sector’s activities needed to fulfill various and sometimes unpredictable demands.

---

---

# Innhold

<b>Emneord</b>	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Summary</b>	<b>4</b>
<b>Innhold</b>	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>9</b>
1.1 Hensikt og omfang	9
1.2 Bakgrunn	9
1.3 Ansvar, retningslinjer og miljøkrav i forsvarssektoren	10
<b>2 Metode</b>	<b>12</b>
<b>3 Miljø- og klimaregnskap</b>	<b>13</b>
3.1 Avfall	13
3.2 Ammunisjon	20
3.3 Vann	27
3.4 Kjemikalier	29
3.5 Akutte utslipp	33
3.6 Miljørapportering fra internasjonale operasjoner	34
3.7 Energi	35
3.8 Drivstoff	39
3.9 Utslipp til luft	42
3.10 Miljøprestasjonsindikatorer	49
<b>4 Konklusjon</b>	<b>51</b>
<b>Referanser</b>	<b>53</b>



**61%**  
SORTERINGSGRAD



**16 437 TONN**

AVFALL TOTALT I 2015

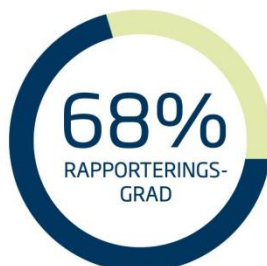


GJENVINNINGSGRAD



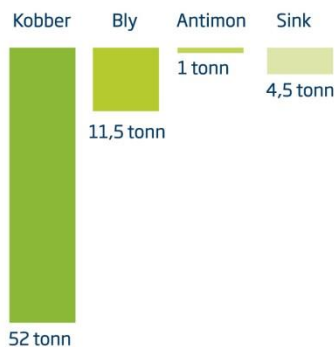
- 5,56 mm
- 7,62 mm
- 9 mm
- 4,6 mm
- 12,7 mm
- Annet

**ANTALL SKUDD**  
**14 694 231**



## AMMUNISJON

METALLER DEPONERT I SKYTEFELT



## VANNFORBRUK



## AVISINGSKJEMIKALIER



## MILJØHELL



Illustrasjon: Creaaturene Kommunikasjon og Reklame AS



# ENERGI OG UTSLIPP



**TJENESTEREISER**  
373 435 FLYREISER  
10 MILLIONER KM MED BIL



**LUFTFARTØY**  
35 259 m<sup>3</sup> DRIVSTOFF

## 280 128 TONN

UTSLIPP CO<sub>2</sub> EKVIVALENTER FRA VIRKSOMHETEN

UTSLIPP AV ANDRE STOFFER (TONN):

NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SVEVESTØV
1761	49	101



**FARTØY**  
37 009 m<sup>3</sup> MARINE GAS OIL  
5 931 m<sup>3</sup> GASS



**MILLITÆRE KJØRETØY**  
4 383 m<sup>3</sup> DRIVSTOFF

**ENERGIFORBRUK**  
EIENDOM BYGG OG ANLEGG  
672 GWH



**ADMINISTRATIVE KJØRETØY**  
1 835 m<sup>3</sup> DRIVSTOFF



---

---

# 1 Innledning

## 1.1 Hensikt og omfang

Denne rapporten inngår i den årlige serien av FFI-rapporter som omfatter forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap [1-11]. Hensikten med rapportene er å presentere og vurdere miljødata samlet i Forsvarssektorens miljødatabase (MDB) fra det aktuelle året samt en sammenlikning med miljødata fra tidligere år. Miljøpåvirkning fra hele forsvarssektoren med Forsvarsdepartementet (FD) og de fire underliggende etatene Forsvaret, Forsvarsbygg (FB), Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) og Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) er inkludert i regnskapet og vurderingene. Beskrivelse av sektorens oppbygging og etatenes miljøarbeid er beskrevet i tidligere års miljø- og klimaregnskap.

## 1.2 Bakgrunn

I 2008 ble regjeringens bærekraftstrategi presentert i Nasjonalbudsjettet for 2008 hvor det står at Norge skal være et foregangsland innen miljø og bærekraftig utvikling [12]. Dette året ble også klimaforliket godkjent og signert av alle partier med unntak av ett [13]. Med denne meldingen forplikter Norge seg til å redusere utslipp og nå spesifikke mål innen 2020 og 2050. I 2012 kom klimameldingen (St.meld. nr. 21, 2011-2012), Norsk klimapolitikk [14]. Her legges føringer for den norske regjeringens klimatiltak i dette århundre for å tilfredsstille Kyotoprotokollen og redusere utslippene av CO<sub>2</sub> og andre klimagasser. Stortinget vedtok i 2015 at Norge, i tråd med EU, påtar seg en betinget forpliktelse på 40 % reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp i 2030 sammenlignet med 1990-nivå [15]. I Stortingsmelding nr. 14 (2006-2007) ”Sammen for et giftfritt miljø” fremmer regjeringen at Norge skal være et foregangsland for å hindre at kjemikalier skader helse og miljø [16].

Den nasjonale miljøvernpolitikken bygger på prinsippet om at enhver samfunnsaktør har ansvar for sine egne miljøpåvirkninger. Forsvarsdepartementet publiserte sin første handlingsplan for Forsvarets miljøvernarbeid allerede i 1992 (St.meld. nr.21) [17]. I denne uttrykkes en ambisjon om at Forsvaret skal være en foregangsstat innen miljøvern. Videre ble det utgitt nye handlingsplaner i 1998 [18] og 2003 [19]. FD ga i 2015 ut retningslinjer for forsvarssektorens miljøstyring gjeldende fra 16.mars 2015 [20].

For å sikre en systematisk oppfølging av Forsvarets sektoransvar ble det i 1998 besluttet å innføre miljøledelse (MLED) i sektoren. Målsettingen var en fullført implementering i sektoren innen utgangen av 2003. I 1999 fikk FFI i oppdrag fra Forsvaret å etablere MDB som et delprosjekt ved innføring av MLED i Forsvaret, slik at all relevant miljøinformasjon kunne samles på ett sted og gi oversikt over egen miljøpåvirkning. I 2008 ble oppdraget et forvaltningsoppdrag fra FD som omfattet FD og underliggende etater og skulle ivareta sektorens behov som helhet. MDB dekker forsvarssektorens krav til miljørapportering og fungerer som verktøy i MLED basert på styringssystemet ISO 14001 [21]. Som en del av oppdraget med

---

---

MDB skal det årlig publiseres et miljø- og klimaregnskap som presenterer miljøstatistikk fra det foregående året.

### **1.3 Ansvar, retningslinjer og miljøkrav i forsvarssektoren**

Forsvarsdepartementet styrer de underlagte etatene basert på de vedtakene som fattes av Stortinget og regjeringen, og skal fastsette forsvarssektorens miljøambisjoner. Forsvarsdepartementet har det overordnede ansvaret for at sektorens miljøstyringssystem etterfølges jamfør den internasjonale standarden NS-EN ISO 14001 Miljøstyringssystemer, og utarbeider retningslinjer for forsvarssektorens miljøstyring i tillegg til konkretiserte målsetninger i langtidsplaner (LTP) og årlige iverksettelsesbrev (IVB). Etatsjefen i den enkelte etat har ansvaret iht. instruks, og skal iverksette og vedlikeholde miljøstyringssystem etter ISO-14001.

Alle avdelinger i Forsvaret, herunder driftsenheter (DIF) og budsjett- og resultatansvarlige (BRA), skal ha et miljøstyringssystem i henhold til spesifikasjonene i *Bestemmelse om miljøstyring*, som utarbeides av Sjef Forsvarsstaben [22]. Forsvarets kompetansesenter for miljøvern ved Forsvarets ABC-skole (FABCS) har fagansvar for miljø og ansvarlig for kravsetting, utdanning, veiledning og revisjon av driftsenhetenes miljøstyringssystem. Miljøstyringssystemet innebærer at etatene og avdelingene kontinuerlig kartlegger og vurderer sine miljøaspekter, formulerer målsetninger og iverksetter tiltak for å oppnå disse.

#### **1.3.1 Retningslinjer for forsvarssektorens miljøstyring**

Nye retningslinjer fra FD for Forsvarssektorens miljøstyring er gjeldende fra 16.mars 2015 [20]. Retningslinjene har til hensikt å:

- Sikre at regjeringens miljøvernpolitikk gjennomføres i forsvarssektoren.
- Fastsette FDs og underlagte etaters ansvar og oppgaver innenfor miljøvernarbeidet.
- Gi føringer for sektorens og etatenes miljøverninnsats.

I retningslinjene er det definert at det skal spesielt gjennomføres miljøforbedring innen følgende områder:

- Klima og energi
- Anskaffelser
- Forurensning av miljøet
- Skyte- og øvingsfelt og andre eiendommer
- Øving og operativ virksomhet

- 
- 
- Avfall
  - Forsvarssektorens kulturminner og kulturmiljø

### **1.3.2 Iverksettingsbrev til forsvarssektoren for langtidsperioden 2013 – 2016**

Iverksettingsbrevet til forsvarssektoren for langtidsperioden 2013 - 2016 “Et forsvar for vår tid” (IVB LTP 2013-2016) [23] spesifiserer at sektoren skal følge den nasjonale miljø- og klimapolitikken og sørge for å ivareta miljøansvaret i egen sektor. Videre spesifiseres det for etatene at:

*“Det skal stilles krav til energieffektivitet og utslipp ved anskaffelse av EBA (eiendom, bygg og anlegg), materiell og tjenester. Forsvarssektoren skal planmessig redusere utslipp av klimagasser og nitrogenoksider (NOx) fra kjøretøyer, og skal i 2016 primært anskaffe ladbare og hybride personbiler”.*

#### **1.3.2.1 Miljøføringer spesielt for Forsvaret**

IVB LTP 2013-2016 angir at Forsvaret skal ta miljøhensyn i alle deler av virksomheten og under ulike miljøaspekter. Det nevnes særlig ivaretagelse av miljø ved operasjoner i utlandet, minimering av vannforbruk, miljøvennlig produksjon og bruk av energi, kunnskap om forekomst av kulturminner og kulturmiljøer i øvingsområder og rydding av eksplosiver i skyte- og øvingsfelt. Videre spesifiseres det at:

- Anskaffelse og bruk av kjemikalier som står på miljømyndighetenes prioritetsliste [24] skal registreres i MDB.
- Rapporteringsgraden for ammunisjon på datablankett (DBL)-750 skal være minimum 80 % i 2014 og økende til 90 % i 2016.
- I 2016 skal kildesorteringsgraden for alle kategorier avfall være 65 %

#### **1.3.2.2 Miljøføringer spesielt for Forsvarsbygg**

- Legge til rette for miljømessig forsvarlig og sikker bruk av Forsvarets skyte- og øvingsfelt
- Anskaffelse og bruk av kjemikalier som står på miljømyndighetenes prioritetsliste skal registreres i MDB.
- Øke kildesorteringsgraden for alle kategorier avfall til 65 % i egen virksomhet og i samarbeid med leietakere

---

---

## 2 Metode

Forsvarssektorens miljødatabase er et rapporterings- og informasjonssystem som skal samle relevant miljøstatistikk på ett sted. Databasen inneholder organisatorisk inndeling slik at forbruks- og utslippstall knyttes til riktig etat og avdeling. Grunnlagstall i MDB rapporteres inn fra personell i forsvarssektoren i tillegg til aktører tilknyttet sektoren gjennom rammeavtaler for avfall, kjøretøy og flyreiser. Utslippsdata genereres ved å benytte utslippsfaktorer for ulike typer materiell, herunder kjøretøy, luftfartøy, fartøy, ammunisjon og andre produkter. Utslippsfaktorene er basert på beste tilgjengelige data, og skal i størst mulig grad være spesifikke for de ulike typene materiell, hvis de er tilgjengelige.

MDB skal i hovedsak tjene to formål:

1. Dekke forsvarssektorens krav til rapportering, herunder:
  - Rapportering fra sektoren til sentrale myndigheter
  - Bidra med data til miljøredegjørelser (etater, DIF, enheter)
  - Gi informasjon ved henvendelser i henhold til miljøinformasjonsloven
2. Danne grunnlag for miljøeffektiviseringsvurderinger og -tiltak på alle nivå i organisasjonen

Programvaren TEAMS SR benyttes ved registrering og uttak av data fra MDB. Utfyllende beskrivelse av MDB og TEAMS SR finnes i “Forsvarssektorens miljødatabase (MDB)- Brukerstøtte for personell med miljøansvar” [25].

Hvilke data som registreres i MDB styres overordnet av føringer fra FD i form av retningslinjer og iverksettingsbrev, i tillegg til informasjonsbehov fra ulike aktører i sektoren. For rapporteringsåret 2015 er det innrapportert data på følgende områder: avfall, energi, drivstofforbruk, ammunisjonsforbruk, vannforbruk, kjemikalieforbruk og akutte utslipp (miljøuhell). Presenterte data i dette regnskapet er basert på innrapporterte data fra forsvarssektoren.

---

---

## 3 Miljø- og klimaregnskap

### 3.1 Avfall

Forsvarssektoren er en stor og kompleks virksomhet som anskaffer og avhender betydelige mengder materiell og forbruksvarer. Både sammensetningen og volum av avfallet som produseres representerer et viktig miljøaspekt i sektoren. Kildesortering sikrer at avfallet behandles slik at ressursene utnyttes på en effektiv måte og at miljø- og helseskadelig avfall behandles på en forsvarlig måte. Det er et mål i forsvarssektoren om minimum 60 % kildesortering i 2015, økende til 65 % i 2016.

#### 3.1.1 Næringsavfall

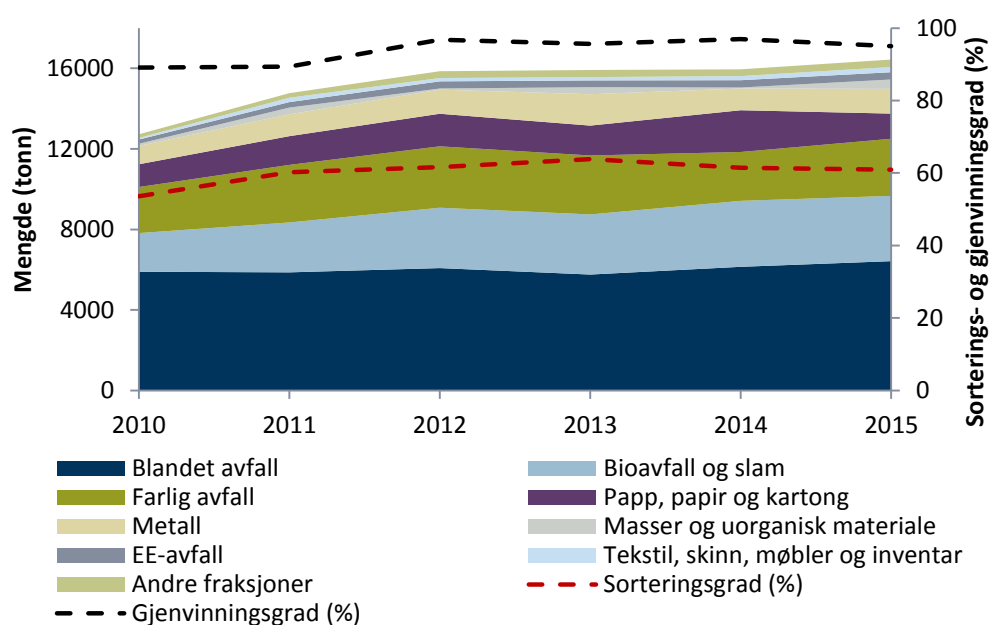
Avfallsdata importeres månedlig inn i MDB fra fakturagrunnlaget til renovatører med rammeavtale i de ulike markedsområdene. Avfall klassifiseres jamfør spesifikasjonene i Norsk Standard [26]. Bygg- og anleggsavfall fra utbyggings- og avhendingsprosjekter i regi av FB Utvikling og FB Skifte Eiendom (FB SE) mottas årlig direkte fra FB og disse mengdene presenteres i egen tabell.

Det ble i 2015 registrert 16 437 tonn næringsavfall fra forsvarssektoren i MDB, mot 15 952 tonn i 2014 (Tabell 3.1) Dette er en økning på 486 tonn eller 3 % fra 2014. Blandet avfall utgjør den største andelen av avfallet fra sektoren i 2015, etterfulgt av bioavfall og slam (Figur 3.1). Det ble rapportert inn 2800 tonn farlig avfall i 2015, som utgjør en økning på 400 tonn fra 2014. Avfall per etat beregnes ut fra etatens leietakerandel ved de ulike byggene ved de ulike etablissementene, og avfallspunktene knyttet til disse. Forsvaret leier størstedelen av den samlede eiendomsmassen og genererte 14 579 tonn avfall i 2015, som utgjør 88,7 % av det totale næringsavfallet i sektoren (

Tabell 3.2). Forsvarssektorens totale kildesorteringsgrad beregnes ut fra andelen avfall som er klassifisert i andre fraksjoner enn 9900 *Blandet avfall*, og er for 2015 beregnet til 61 %. Dette er tilsvarende sorteringsgraden for 2014. Målet i henhold til IVB om 60 % sorteringsgrad i 2015 er dermed oppnådd.

Tabell 3.1 Mengde næringsavfall (tonn) og sorteringsgrad (%) i Forsvarssektoren for 2010-2015. Tabellen viser også prosentvis fordeling mellom hovedfraksjonene i 2015.

Hovedfraksjon	Mengde avfall (tonn)						Fordeling 2015 (%)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Blandet avfall	5 900	5 868	6 080	5 760	6 143	6 424	39
Bioavfall og slam	1 918	2 477	2 998	2 985	3 276	3 241	20
Farlig avfall	2 287	2 860	3 049	2 927	2 427	2 838	17
Papp, papir og kartong	1 131	1 427	1 618	1 484	2 073	1 250	8
Metall	914	1 084	1 197	1 559	1 080	1 227	7
Masser og uorganisk material	106	335	57	348	50	467	3
EE-avfall	206	272	355	337	362	362	2
Tekstil, skinn, møbler, invent	83	217	164	165	205	258	2
Plast	75	58	87	100	104	137	1
Gummi	20	75	79	138	119	133	1
Glass	59	65	154	102	92	83	1
Medisinsk avfall	25	29	19	13	21	18	0
Batterier				0,05	0,03	0	0
<b>Sum</b>	<b>12 724</b>	<b>14 767</b>	<b>15 857</b>	<b>15 919</b>	<b>15 952</b>	<b>16 437</b>	
<b>Sorteringsgrad (%)</b>	<b>54</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>61</b>	



Figur 3.1 Utvikling i avfallsmengde fordelt på ulike avfallsfraksjoner fra 2010 til 2015. "Andre fraksjoner" inkluderer hovedfraksjonene plast, gummi, glass, medisinsk avfall og batterier.

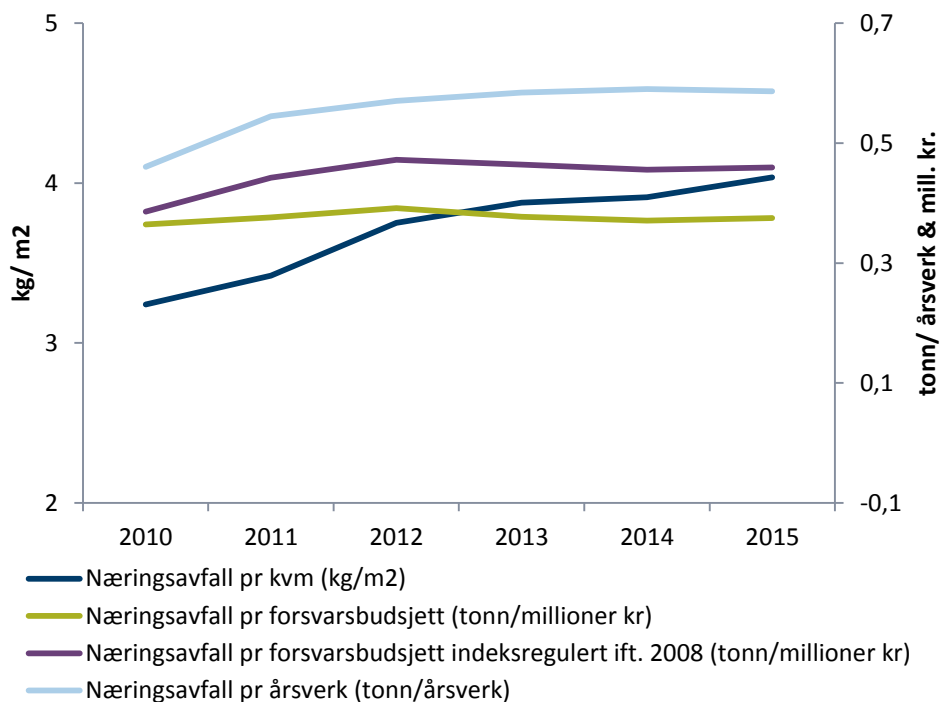


Tabell 3.2 Mengde næringsavfall (kg) og sorteringsgrad fordelt på FD og de underliggende etatene i 2015.

Hovedfraksjon avfall	Mengde avfall (kg)					
	FD	FB	FFI	Forsvaret	NSM	Ukjent*
Blandet avfall	102 596	427005	55 462	5 730 168	16 854	92 355
Bioavfall og slam	48 508	283857	36 777	2 840 035	612	31 112
Farlig avfall	19 130	128800	15 595	2 668 741	6	5 471
Metall	10 799	96332	36 715	1 078 863	26	4 085
Papp, papir og kartong	46 737	75123	29 178	1 069 379	7 648	21 877
Masser og uorganisk materiale	11 434	68050	39 230	344 546		3 521
EE-avfall	4 057	58094	23 170	271 642	3 151	1 508
Tekstil, skinn, møbler og inventar	3 650	10519		239 958		3 433
Gummi	154	5521	32	126 826		800
Plast	381	13847	1 120	119 790	1 030	807
Glass	3 757	4992	785	72 697		874
Medisinsk avfall	10	660	680	16 161		10
Batterier	2	38		448		11
<b>Sum</b>	<b>251 216</b>	<b>1 172 841</b>	<b>238 743</b>	<b>14 579 253</b>	<b>29 326</b>	<b>165 863</b>
<b>Sorteringsgrad (%)</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>77</b>	<b>61</b>	<b>43</b>	<b>44</b>

\* Avfall som hentes ved adresser det ikke har vært mulig å knytte til leietaker

Fra 2010 har det vært en jevn økning i avfall generert per bygningsmasse i sektoren (Figur 3.2). Mengden avfall generert sett i forhold til forsvarsbudsjettet har imidlertid vært lite endret fra 2010 til 2015. Det er et nasjonalt mål at avfallsveksten skal være mindre enn den økonomiske veksten. Det har vært en jevn økning i mengde avfall generert både fra den nasjonale husholdningen og fra forsvarssektoren fra 2010 til 2015, men den relative økningen har vært størst i forsvarssektoren. I 2015 ble det generert 602 kg avfall per årsverk i forsvarssektoren. Til sammenligning kastet hver nordmann i snitt 438 kg avfall [27]. Per innbygger i Norge har avfallsmengden økt med 3 % siden 2010, sammenlignet med en økning på 27 % per årsverk i forsvarssektoren.



Figur 3.2 Utvikling i mengde næringsavfall per bygningsmasse og årsverk i forsvarssektoren, og næringsavfall per forsvarsbudsjett fra 2010 til 2015.

Forsvarlig og korrekt håndteringsmetode av avfall er nødvendig for å minimere forurensning og tap av ressurser. Når avfallet gjenvinnes kan ressursene i avfallet utnyttes, enten gjennom materialgjenvinning, biologisk behandling som kompostering eller i biogassanlegg, eller ved forbrenning med energiutnyttelse. I 2015 utgjorde andel avfall til forbrenning med energiutnyttelse 58 % og andel til materialgjenvinning 33 % (Tabell 3.3). Andelen til materialgjenvinning har gått ned 3,3 % fra 2014 til 2015, samtidig som at andelen til forbrenning med energiutnyttelse har gått marginalt opp (Figur 3.3). Den samme trenden foreligger for husholdningsavfall nasjonalt, der 37 % av avfallet ble materialgjenvunnet og 45 % ble forbrent med energiutnyttelse i 2014 [27]. I følge prioriteringer i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall [28] er ombruk, materialgjenvinning og energiutnyttelse de fremste prioriteringene på håndteringsmetode av avfall etter reduksjon av selve avfallsmengden. Andel avfall til ombruk utgjør kun 0,3 % av håndteringsmetodene i forsvarssektoren i 2015. Dette er en reduksjon på 0,2 prosentpoeng fra 2014. Avfall til deponi er minst gunstig både økonomisk og i et miljøperspektiv. Andel avfall til deponi fra forsvarssektoren i 2015 var 640 tonn, noe som tilsvarer en økning på 1,5 % i deponert avfall fra 2014 til 2015. 70 % av det deponerte avfallet er registrert under fraksjonen masser og uorganisk materiale (Tabell 3.3). Det har vært en sterk reduksjon av mengden nedbrytbart avfall til deponi siden 2008 både nasjonalt og i forsvarssektoren, ettersom dette ble forbudt 1.juli 2009. I tillegg har forbrenningskapasiteten i Norge økt og antall deponier er redusert.

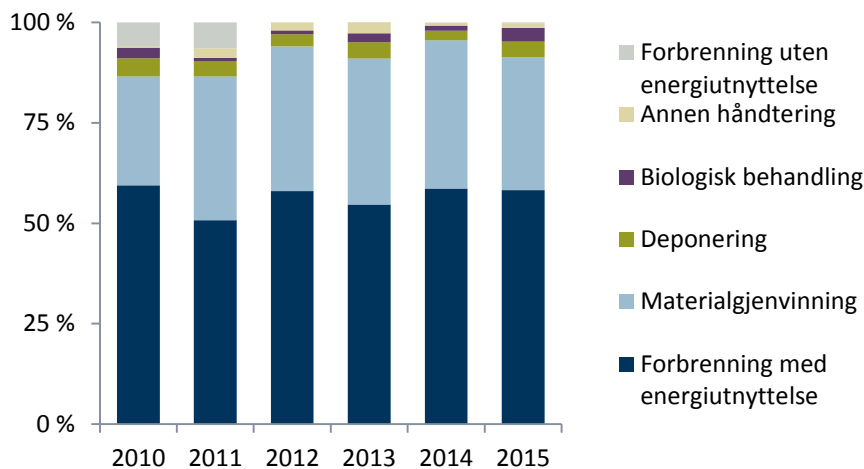
Gjenvinningsgraden beregnes som andelen avfall som har gått til materialgjenvinning, forbrenning med energiutnyttelse, biologisk nedbrytning og ombruk, og var 95 % i 2015. Det har ikke vært store endringer i gjenvinningsgrad de siste fire årene, men siden 2007 har andelen til gjenvinning totalt økt med 36 prosentpoeng til 2015. Tilsvarende har sorteringsgraden økt med 17 % siden 2007. Det har imidlertid vært liten endring i sorteringsgraden de siste fem årene.

Tabell 3.3 Mengde næringsavfall (kg) fra forsvarssektoren i 2015 fordelt på hovedfraksjon og håndteringsmetode. Tabellen viser også prosentvis fordeling av håndteringsmetodene.

	Mengde avfall (kg)						
	Forbrenning	Material- gjenvinning	Deponering	Biologisk behandling	Ombruk	Fyllmasse, dekkmasse	Annen håndtering*
Bioavfall og slam	2 370 510	145 466	135 700	541 880	14 330	-	33 015
Papp, papir, kartong	35 130	1 213 702	-	-	-	-	1 110
Glass	-	49 805	2 420	-	30 880	-	-
Metall	7 580	1 215 420	-	-	-	-	3 820
EE-avfall	-	344 332	2 960	-	-	-	14 330
Masser og uorganisk materiale	-	8 810	453 291	-	-	4 680	-
Plast	25 960	111 015	-	-	-	-	-
Gummi	-	133 333	-	-	-	-	-
Tekstil, skinn, møbler	257 560	-	-	-	-	-	-
Batterier	-	279	-	-	-	-	220
Medisinsk avfall	17 521	-	-	-	-	-	-
Farlig avfall**	700 235	2 052 438	-	19 340	-	-	19 737
Blandet avfall	6 162 881	219 610	-	1 269	-	40 500	-
<b>Sum</b>	<b>9 577 376</b>	<b>5 438 300</b>	<b>640 364</b>	<b>562 489</b>	<b>45 390</b>	<b>45 180</b>	<b>72 232</b>
<b>Fordeling 2015 (%)</b>	<b>58,2</b>	<b>33,1</b>	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
<b>Fordeling 2014 (%)</b>	<b>57,8</b>	<b>36,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Fordeling 2013 (%)</b>	<b>54,7</b>	<b>36,4</b>	<b>4,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

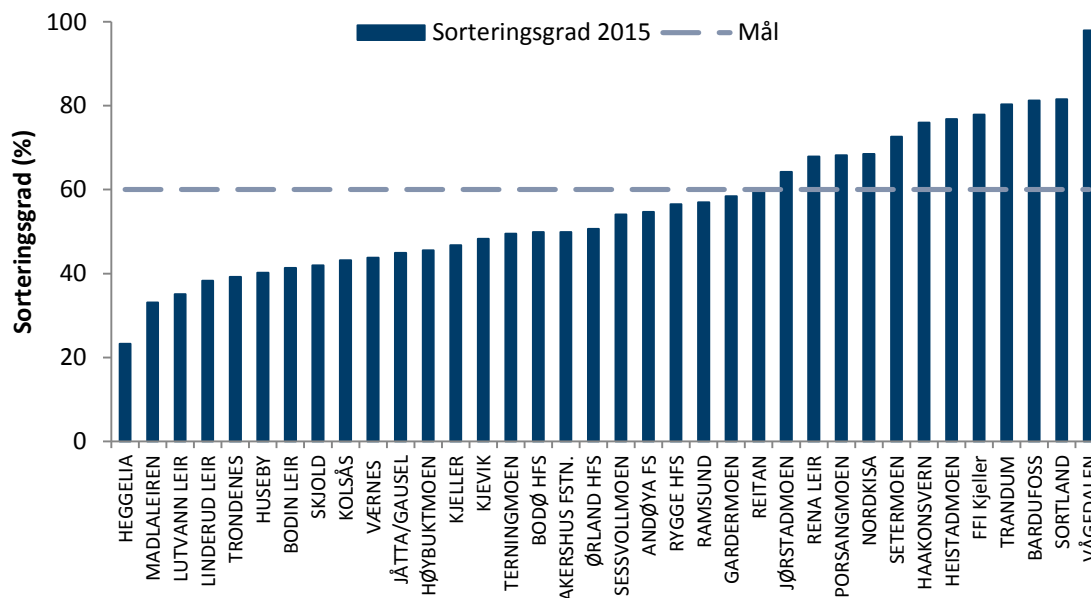
\* Annen håndtering inkluderer uskadeliggjøring/ stabilisering, mellomlagring og omlasting

\*\* Andel forbrenning med/uten energiutnyttelse; 99,9 %



Figur 3.3 Prosentvis fordeling av avfallshåndtering for næringsavfall fra forsvarssektoren fra 2010 til 2015. “Annen håndtering” inkluderer mellomlagring, omlasting, sortering og ombruk.

I 2015 genererte 36 av totalt 102 etableringer til sammen 90 % av den totale mengden næringsavfall fra sektoren. “90 % -etablisementene” er derfor betydeligefor sektorens samlede sortering- og gjenvinningsgrad. Kun 12 av disse 36 etablisementene har en sorteringsgrad over målet på 60 % (Figur 3.4). Totalt har færre etableringer nådd kravet om 60 % sorteringsgrad i 2015 enn i 2014.



Figur 3.4 Sorteringsgrad (%) for næringsavfall i 2015 ved de 36 etablisementene som til sammen genererte 90 % av avfallet i 2015. Stiplet linje angir målet om 60 % sorteringsgrad.

Det er en målsetning i Forsvaret at ved avhending av materiell skal hele eller deler av det gjenbrukes, material- eller energigjenvinnes for å redusere de potensielle negative miljøpåvirkningene fra avfall. Fra og med 2016 øker kravet om sorteringsgrad til minimum 65 % [23]. 34 % av etablissementene innfridde målet om 60 % sorteringsgrad i 2015 og forbedringspotensialet for de fleste etablissementene er betydelig.

### 3.1.2 Bygg- og anleggsavfall

Det innrapporteres årlig store mengder bygg- og anleggsavfall generert som følge av utbyggings- og avhendingsprosjekter i regi av FB Utvikling og FB Skifte Eiendom (FB SE). Det ble for 2015 innrapportert 6 136 tonn bygg- og anleggsavfall fra FB Utvikling og 25 050 tonn fra FB SE (Tabell 3.4). Inkluderes bygg- og anleggsavfall, er den totale avfallsmengden fra forsvarssektoren 47 600 tonn i 2015. Mengden bygg- og anleggsavfall er redusert med 33 000 sammenlignet med året før. Fra FB Utvikling ble det innrapportert 1 048 tonn sortert avfall med ukjent avfallsfraksjon. Dette avfallet ble fordelt på de ulike sorteringsfraksjonene etter de ulike fraksjonenes prosentvise andel. Sorteringsgraden for bygg- og anleggsavfall har vært jevnt stigende de siste fem årene, og var i 2015 på 91 % for FB Utvikling og 99 % for FB SE.

Tabell 3.4 Bygg- og anleggsavfall (kg) knyttet til prosjekter i regi av FB SE og FB Utvikling fra 2010 til 2015.

Avfall FB Utvikling	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Mengde (kg)					
Bioavfall og slam	197 730	33 480	9 400	144 471	3 437 922	1 002 362
Papp, papir og kartong	8 005	3 440	-	3 197	44 833	63 010
Glass	70	-	-	3 861	245	8 042
Metall	31 505	3	2 300	83 260	185 579	679 108
EE-avfall	161	920	-	15 375	28 296	28 902
Masser og uorganisk materiale	57 610	11 040	2 012 116	2 093 337	4 961 627	3 452 720
Plast	7 370	2 580	100	1 241	17 027	30 946
Gummi	-	-	-	2 997	-	935
Farlig avfall	37 912	500	1 000	75 313	222 572	347 981
Blandet avfall	715 539	23 800	448 440	609 399	1 033 000	522 233
<b>Sum FB Utvikling</b>	<b>1 055 902</b>	<b>75 763</b>	<b>2 473 356</b>	<b>3 032 450</b>	<b>9 931 100</b>	<b>6 136 239</b>
<b>Sorteringsgrad FB Utvikling (%)</b>	<b>32</b>	<b>69</b>	<b>82</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>91</b>
<b>Avfall FB Skifte Eiendom</b>						
Bioavfall og slam	1 035 510	3 628 785	1 429 110	3 824 035	774 150	8 800
Papp, papir og kartong	6 200	110	5 700	-	-	-
Glass	4 430	1 690	5 120	5 840	-	-
Metall	746 810	1 457 171	1 603 657	3 890 133	793 440	1 137 820
EE-avfall	38 414	74 288	107 326	234 543	9 555 430	-
Masser og uorganisk materiale	8 578 600	43 211 040	24 214 021	65 364 521	41 528 885	23 890 440
Plast	1 420	7 575	192 800	193 640	-	-
Gummi	3 200	39 570	3 620	44 240	-	-
Kjemikalier	-	-	-	800	-	-
Transportmidler	-	-	-	4 990	-	-
Farlig avfall	4 580 595	925 445	487 301	1 121 283	1 142 166	11 250
Blandet avfall	506 269	1 291 025	623 663	1 912 897	361 790	1 200
<b>Sum FB Skifte Eiendom</b>	<b>15 501 448</b>	<b>50 636 699</b>	<b>28 672 318</b>	<b>76 596 922</b>	<b>54 155 861</b>	<b>25 049 510</b>
<b>Sorteringsgrad FB Skifte Eiendom (%)</b>	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>99</b>

---

---

## 3.2 Ammunisjon

Registrering i Digital blankett 750 (DBL-750) skal sikre kontroll over ammunisjonens tekniske tilstand og muliggjøre beregninger av forurensing i skyte- og øvingsfelt som følge av ammunisjonsforbruk. Ammunisjon inneholder mange kjemiske forbindelser, og flere stoffer kan i ulik grad representere en helse- og miljørisiko. En rekke skyte- og øvingsfelt er konsesjonsbelagte med hensyn på utslipp og må rapportere til Miljødirektoratet. Eksempler på dette er utslipp av tungmetaller og hvitt fosfor. Konsesjonen kan også gjelde støy, og oversikt over ammunisjonsforbruk er derfor også relevant for dette formålet.

Alt ammunisjonsforbruk skal rapporteres på Digital blankett 750 (DBL-750), og dataene blir lagret i MDB. Kombinert med informasjon om innholdet i ammunisjonen er det mulig å beregne mengde forurensning deponert på ulike skytebaner i skytefeltene, og om nødvendige tiltak bør iverksettes. Data innhentet via DBL-750 danner også grunnlaget for rapporteringen til Miljødirektoratet.

Uregelmessigheter ved bruk av ammunisjon skal også rapporteres på DBL-750. Dette gir verdifull informasjon om ammunisjonens tekniske tilstand til Forsvarsmateriell felleskapasiteter (FMA) som har ansvar for å føre kontroll med den tekniske tilstanden til Forsvarets ammunisjon.

### 3.2.1 Forbruk av ammunisjon

I 2015 er det innrapportert et forbruk på 14 694 231 enheter med ammunisjon. Sammenlignet med 2014 er dette en økning på 15 % fra 12,8 millioner. Det er rapportert om bruk av ammunisjon i 62 skytefelt og på 394 skytebaner. 9480 blanketter for ammunisjonsregistrering ble fylt ut i 2015, mot 7721 i 2014. Dette representerer en økning på 23 %.

Rapporteringsgrad er et estimat på andelen ammunisjon som er benyttet som er rapportert og gjort rede for på DBL-750. Utlevert ammunisjon, korrigert for inngående (ved årets start) og utgående (ved årets slutt) beholdning, utgjør mengden ammunisjon som er antatt benyttet i skyte- og øvingsfelt (Tabell 3.5). Det er ikke krav til rapportering av løsammunisjon, og tallene for denne ammunisjonen er derfor utelatt fra beregningene. Rapporteringsgraden beregnes også for driftsenhetene (DIF) i Forsvaret (Tabell 3.6). Samlet rapporteringsgrad for forsvarssektoren var 68 % i 2015. Sammenlignet med rapporteringsgraden i 2014 som var 55 %, har denne økt betydelig. Målet for Forsvaret var en rapporteringsgrad på 80 % i 2014, og 90 % i 2016. Hæren som er den største forbruker av ammunisjon har størst rapporteringsgrad på 79 % i 2015.

Tabell 3.5 Antall ammunisjonsenheter innrapportert i 2015 fordelt på ammunisjonskategori sammenlignet med antall ammunisjonsenheter utlevert fra FLO. "Ukjent ammunisjon" omfatter innrapportert ammunisjon uten spesifisert NATO nr. og ammunisjonskategori.

Ammunisjonskategori	Utlevert (antall)	Innrapportert (antall)	Rapporteringsgrad (%)
Bombekaster	7 798	4 485	57
Diverse våpen	72 353	2 096	3
Feltartilleri	25 640	21 738	85
Fly	38 585	22 587	59
Granatkaster	22 372	14 878	67
Håndgranater	29 775	3 995	13
Håndvåpen, 12.7mm	612 783	440 469	72
Håndvåpen, 4.6mm	1 118 797	807 280	72
Håndvåpen, 5.56mm	13 076 039	9 689 180	74
Håndvåpen, 7.62mm	2 857 134	1 749 578	61
Håndvåpen, 9mm	3 368 713	1 659 941	49
Håndvåpen, andre	267 161	5 261	2
Håndvåpen, hagle	65 883	17 783	27
Miner/statiske våpen	179	103	58
Mellomkaliber	24 907	11 723	47
PV	5 937	4 011	68
RFK	23 844	11 269	47
Sjø	2 245	2 106	94
Sprengningsmateriell	37 476	12 517	33
Stridsvogn	2 756	1 286	47
Ukjent ammunisjon		211 945	> 100
<b>Totalt</b>	<b>21 660 376</b>	<b>14 694 231</b>	<b>68</b>

Tabell 3.6 *Antall utleverte og innrapporterte ammunisjonsenheter samt rapporteringsgrad for de ulike driftsenhetene (DIF).*

DIF	Utlevert (antall)	Innrapportert i MDB (antall)	Rapp.grad (%)
Cyberforsvaret	215 056	58 347	27
Fellesinstitusjoner	79 710	34 000	43
Forsvarets avdeling for kultur og tradisjon	267 126	90 904	34
Forsvarets logistikkorganisasjon	414 750	339 627	82
Forsvarets operative hovedkvarter	17 270	3 713	21
Forsvarets personell- og vernepliktssenter	14 220		0
Forsvarets sanitet	37 781	92 542	> 100
Forsvarets sikkerhetsavdeling	10 000	2 300	23
Heimevernet	5 144 440	2 512 960	49
Hæren	10 720 982	8 453 310	79
Luftforsvaret	2 262 175	1 215 777	54
Sjøforsvaret	2 480 487	1 889 950	76
<b>Sum</b>	<b>21 671 397</b>	<b>14 694 429</b>	<b>68</b>

Forsvaret har et mål om å redusere forbruket av blyholdig håndvåpenammunisjon og erstatte den med blyfri ammunisjon. Fra 2013 til 2014 var det nesten en halvering av innrapporterte enheter blyholdig ammunisjon, men dette forbruket økte med nesten 400 000 enheter eller 30 % i 2015 (Tabell 3.7). Økningen i forbruket av blyfri ammunisjon fra 2014 til 2015 er imidlertid betydelig større enn økningen i forbruk av blyholdig ammunisjon.

Tabell 3.7 *Innrapportert forbruk av blyholdig og blyfri håndvåpenammunisjon i årene 2010-2015 (tall i 1000 ammunisjonsenheter).*

Ammunisjon	Antall skudd (tusen enheter)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Patron 5,56 mm, blyholdig	232	2 926	2 747	883	418	645
Patron 7,62 mm, blyholdig	1 304	1 323	1 114	1 107	713	948
Patron 9 mm, blyholdig	252	497	496	278	155	93
<b>Sum blyholdig</b>	<b>1 788</b>	<b>4 746</b>	<b>4 357</b>	<b>2 268</b>	<b>1 287</b>	<b>1 686</b>
Patron 5,56 mm, blyfri	6 301	1 967	3 886	6 866	6 132	9 732
Patron 7,62 mm, blyfri	994	1 562	1 236	1 105	1 139	921
Patron 9 mm, blyfri	1 656	1 488	1 797	1 925	1 560	1 745
<b>Sum blyfri</b>	<b>8 952</b>	<b>5 017</b>	<b>6 919</b>	<b>9 896</b>	<b>8 831</b>	<b>12 397</b>

Det har vært en betydelig forbedring i den samlede rapporteringsgraden på ammunisjonsforbruk. Denne forbedringen er derimot ikke jevnt fordelt over alle driftsenhetene. Hæren og Sjøforsvaret har økt sin rapporteringsgrad sammenlignet med 2014 med henholdsvis 20 og 35 %, mens Luftforsvaret og Heimevernet har lavere rapporteringsgrad i 2015 sammenlignet med året før. Årsakene til variasjonen i rapporteringsgrad, både mellom og innad i driftsenheter, er uklare og bør utredes.



---

---

### 3.2.2 Utslipp fra ammunisjon

Deponering av kjemiske forbindelser fra ammunisjon i skyte- og øvingsfelt kan beregnes når mengden ammunisjon som er skutt og innholdet i ammunisjonen er kjent. Informasjon om kjemisk sammensetning av ulike ammunisjonstyper fremskaffes av FMA i samarbeid med FFI, og samles i databasen AMIN, som forvaltes av FFI på vegne av Forsvaret. Det konsentreres om å innhente informasjon om den ammunisjonen det er størst forbruk av. Det foreligger per i dag data på innhold for 27 % av innrapporterte benyttede ammunisjonstyper. Dette tilsvarer imidlertid 96 % av den skutte ammunisjonen med tanke på antall ammunisjonsenheter.

Tabell 3.8 gir en oversikt over estimerte utslipp deponert i standplass og målområde i Forsvarets skyte- og øvingsfelt fra de ulike ammunisjonskategoriene. Utslippstallene er oppjustert etter rapporteringsgraden. Hylser blir plukket opp etter endt skyting og vil ikke bli liggende igjen som rester i miljøet. Utslippstallene i tabellen er derfor korrigert etter innhold i hylsene. De fleste hylser er laget av messing (kobber og sink), stål eller plast (kortholdsammunisjon).

Tabell 3.8 *Utslipp av ulike stoffer, oppjustert etter rapporteringsgrad, fordelt på ammunisjonskategori i Forsvarets skyte- og øvingsfelt i 2015. Total vekt angir mengden forbrukt ammunisjon innen hver kategori.*

Ammunisjonskategori	Total vekt (kg)	Utslipp til standplass og målområde (kg)													
		Krutt	Sprengstoff	Røyksats	Rødt fosfor	Hvitt fosfor	Fosfor	Bly	Kobber	Antimon	Sink	Stål	Andre metaller	Kunststoff	Annet
Bombekaster	27 222		5 737			29	6		20		218	18 528	1 394	40	1 250
Diverse våpen	106 201	101 772			315			6	16		2	16	668	2 629	777
Feltartilleri	306 358	37 393	43 277			67	90		72		10	219 855	2 651	124	2 820
Fly	4 064	563	2					2	1 020		405	1 336	139	8	91
Granatkaster	342	11	59						170		73		26		3
Håndgranater	945	1	605	90				4			6	27	155		57
Håndvåpen, 12.7 mm	38 903	5 074	159				14	176	4 455	4	498	5 041	3 498	32	446
Håndvåpen, 4.6 mm	8 186	756							252		13	2 267	2		77
Håndvåpen, 5.56 mm	143 683	19 825		1 942			8	1 636	18 129	17		24 715	2 111		1 327
Håndvåpen, 7.62mm	65 562	4 601					3	6 693	9 414	570	969	7 968	76	10	268
Håndvåpen, 9mm	46 617	1 871						3 019	18 361	336	198	6 696	452		157
Håndvåpen, hagle	71	2						45		1				5	16
Mellomkaliber	19 677	3 510	12					4	80		16	6 029	1 847	74	435
PV	58	58													2
RFK	8 851	5 077	3 770						3		1				5
Sprengningsmateriell	282		275									1	1		3
<b>Sum</b>	<b>777 022</b>	<b>180 514</b>	<b>53 896</b>	<b>90</b>	<b>315</b>	<b>96</b>	<b>122</b>	<b>11 586</b>	<b>51 992</b>	<b>929</b>	<b>4 352</b>	<b>292 480</b>	<b>13 018</b>	<b>2 932</b>	<b>7 735</b>

---

---

Ved omsetning av eksplosiver vil det meste bli omdannet til en rekke gasser og metalloksider. Avhengig av ammunisjonstype vil det forekomme rester og uomsatte mengder. Rester av krutt vil deponeres på standplasser, og sprengstoffrester vil deponeres i målområder. Noen tennhettesatser til håndvåpen og mellomkaliber inneholder blyforbindelser som gjør at det på standplasser vil bli noe deponering av bly, men mengden er liten sammenlignet med det som deponeres i målområder. Dette gjelder også små mengder antimonforbindelser som finnes i blyholdig krutt. I flere håndvåpentyper erstattes nå det blyholdige kruttet med krutt uten verken antimon- eller blyforbindelser.

Total mengde deponerte tungmetaller i skyte- og øvingsfeltene er redusert fra 2014 (Figur 3.5). Kobber- og sinkutslipp er redusert, men det er en liten økning i deponert bly som skyldes mer forbruk av blyholdig 5,56 mm og 7,62 mm. Hovedtyngden av tungmetaller deponeres i målområder fra skutte prosjektiler. I målområdene deponeres også store mengder stål som kommer fra prosjektiler og sprengte bøssinger hovedsakelig fra artilleri og bombekaster.

Av røykammunisjon som inneholder hvitt fosfor er det i 2015 innrapportert forbruk av artillerigranater og bombekastergranater i Regionfelt Østlandet (RØ). Utslippet fra disse er estimert til 96 kg hvitt fosfor. Andre røyksatser som er benyttet er rødt fosfor og titantetraklorid (TTC). Forbruket av røykammunisjon er betydelig mindre i 2015 sammenlignet med 2014.

Krutt, sprengstoff og pyrotekniske satser inneholder flere ingredienser eller kjemikalier utover rene eksplosiver. Utslippstall for disse vil være en del av tallene under fanene “Annet” og “Andre metaller”. Disse to utslippskategoriene rommer også sporstoffer i metallegeringer, og andre tilsatsstoffer det finnes små mengder av i ammunisjonen.

Ammunisjon inneholder mange kjemiske stoffer hvor de fleste er valgt ut fordi de har egenskaper som er viktige for ammunisjonens funksjonalitet og ytelse. Flere av disse kjemikaliene kan være helse- og miljøskadelige, men blir benyttet fordi det ikke foreligger alternative stoffer som gir tilsvarende egenskaper til ammunisjonen. Dette gjelder for eksempel røykgranater med hvitt fosfor som på tross av at de er giftige for levende organismer benyttes på grunn av egenskapene til røykstoffet i militære sammenhenger. Det finnes fortsatt granater på lager som er fullt brukbare, og det prioriteres ikke å anskaffe alternative produkter på markedet. Nye anskaffelser kan også hindres av økonomiske grunner, og det kan være utfordrende for Forsvaret å finansiere kostbar forskning og utvikling av nye produkter. Forsvaret bør likevel være pådriver for å redusere utslipp av helse- og miljøfarlige kjemikalier ved å legge press på produsenter av ammunisjon til å fremstille miljøvennlige produkter.

---

---

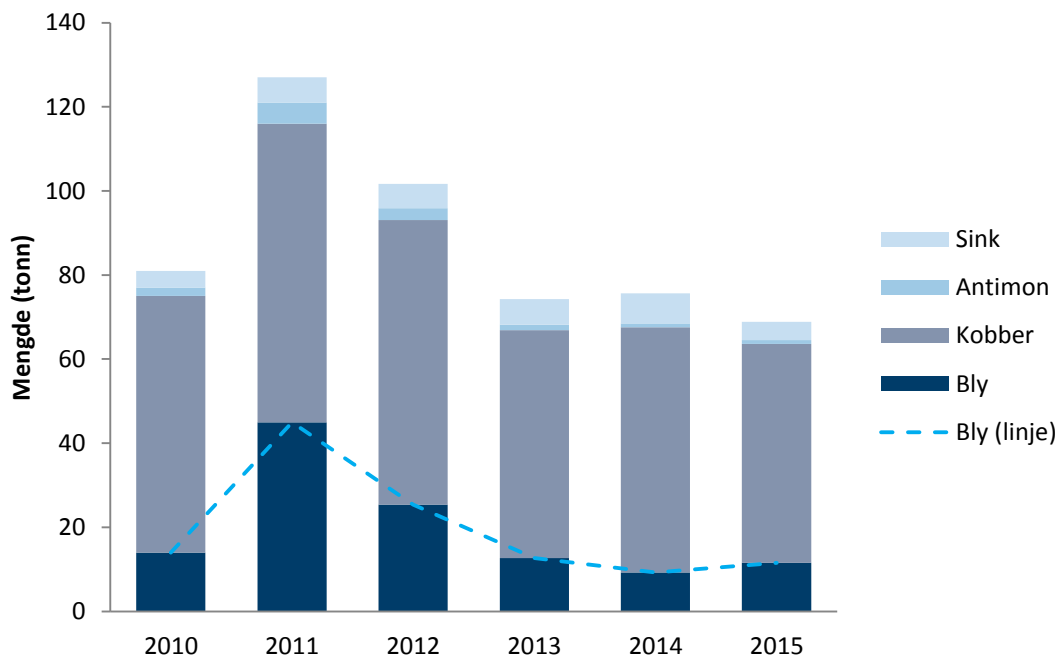
**Hvitt fosfor** benyttes av Forsvaret i røykammunisjon for feltartilleri og bombekaste. Hvitt fosfor er blant de mest giftige uorganiske stoffene og kan utgjøre en helse- og miljørisiko om rester blir liggende igjen på bakken etter skyting. Dødelig dose for fugler og pattedyr ligger mellom 1 og 10 mg/kg kroppsvekt avhengig av eksponeringsvei [29].

Fosforet reagerer med oksygen i lufta og danner fosforpentoxid. Røyken dannes ved at fosforpentoxid reagerer med vannet i lufta. Høy luftfuktighet bidrar til mer røyk. Ved omsetning av hvitt fosfor-granater blir røyksatsen med hvitt fosfor spredt i alle retninger. Det som går til luft, omsettes til røyk. Noe uforbrent hvitt fosfor vil lande på bakken, men omsettes og danner røyk om bakken er tørr. Ved detonasjon vil mye hvitt fosfor bli presset ned i bakken. Rester i bakken vil danne røyk ved tilgang på oksygen. Hvis rester kommer i et miljø med liten tilgang på oksygen, vil nedbrytningen gå veldig sakte, og hvitt fosfor vil bli uforandret over lang tid. Uønskede nedslagsområder er bekker, vann/tjern, myrområder eller jordsmonn med høy jordfuktighet. Dersom rester av hvitt fosfor blir liggende igjen i jord eller vann, kan dyr bli eksponert ved beite eller ved inntak av drikkevann.

I RØ er det gitt utslippstillatelse til bruk av målområdene på Store Haraåsen, Gråfjellet S og PFA-sletta med et maksimalt forbruk på 3,5 tonn hvitt fosfor per år [30]. Forurensningsnivået i RØ overvåkes ved årlig befaring og prøvetaking i nedslagsområdene og i vannkilder nedstrøms nedslagsområdene. Det er ikke påvist hvitt fosfor i vannprøvene de siste årene, og det er lave verdier av hvitt fosfor i kratrene [31-33].



Detonasjon av og krater etter artillerigranat med hvitt fosfor. Foto: FFI



Figur 3.5 Estimerte mengde tungmetaller (tonn) deponert i Forsvarets skyte- og øvingsfelt fra 2010 til 2015.

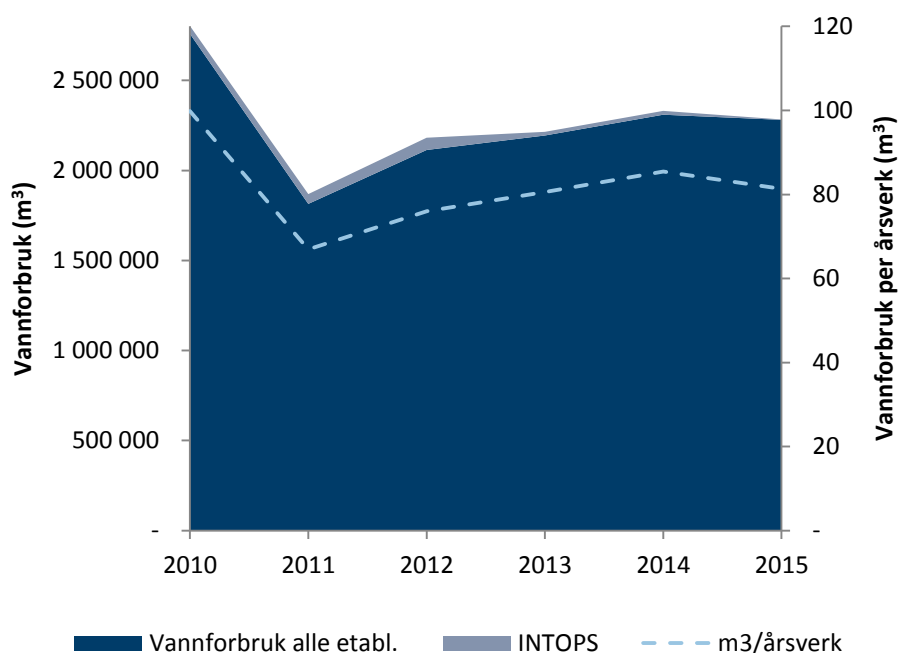
I tillegg til Forsvarets aktivitet blir skytefeltene også benyttet av politi, sivile og av andre land under øvelser. Forbruket av denne aktiviteten blir også innrapportert til MDB, men informasjonen om ammunisjonen er ofte mangelfull, og innholdet er ukjent. I 2015 ble det rapportert til sammen over en million skudd fra disse aktørene.

### 3.3 Vann

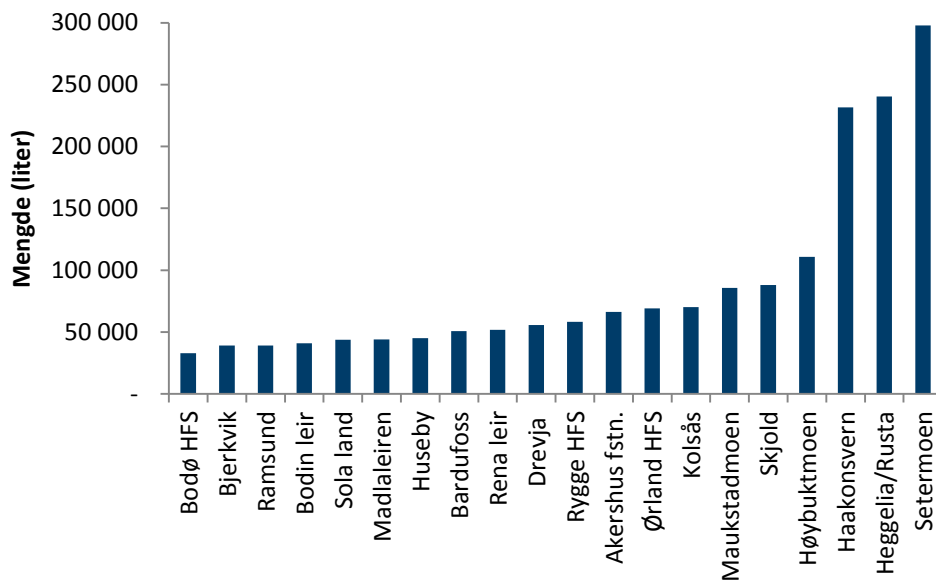
Tilgjengelighet, forvaltning og forbruk av ferskvann utgjør en global utfordring som er aktuell i dag og i en framtid med global oppvarming og økende befolkning. Mengden vannressurser er både geografisk og klimamessig betinget, og usikkerheten rundt framtidig tilgjengelighet er ikke lik i ulike deler av verden. Norge har god tilgang på rent vann, og vann har nærmest vært å betrakte som en ubegrenset ressurs, selv om vannressursene i Europa er under press [34]. Naturressurser bør heller ikke ses i en isolert nasjonal sammenheng, men bør forstås i en bredere kontekst i en verden som står overfor store utfordringer og usikkerheter knyttet til endrede klimatiske og samfunnsmessige betingelser. Vannforbruket i norske husholdninger i 2014 var 206 liter/person/døgn [35]. Til sammenligning benyttes det i de fattigste landene i verden under 10 liter vann/person/døgn [36]. Forsvarets aktiviteter i områder med begrenset tilgang på rent vann stiller særlige krav til forvaltningen av vannressursene, og tiltak rettet mot å begrense unødvendig bruk er en essensiell del av miljøverninnsatsen i mange områder.

Vannforbruk ved forsvarssektorens etablissementer rapporteres årlig til MDB fra Forsvarsbygg. Forbruk i internasjonale operasjoner (INTOPS) rapporteres fra Forsvarets operative

hovedkvarter (FOH). For 2015 ble det rapportert vannforbruk fra Forsvarets aktivitet tilknyttet FN-operasjonen i Mali. Det ble rapportert et totalt forbruk på 2, 283 millioner m<sup>3</sup> vann i 2015, omtrent uendret sammenlignet med 2014, mens relativt forbruk per årsverk er redusert med ca. 5 % (Figur 3.6). Forbruket ved etablissementene varierer etter både størrelse og sammensetning av aktiviteter og bruksområder (Figur 3.7).



Figur 3.6 Innrapportert vannforbruk (m<sup>3</sup>) fra forsvarssektorens etablissementer og internasjonale operasjoner i årene 2010-2015.



Figur 3.7 Vannforbruk (m<sup>3</sup>) ved de 20 etablisementene i forsvarssektoren med høyest forbruk i 2015.

Installasjon av vannsparingsapparater, vannmålere, gjenbruk av gråvann, restriksjoner på vask av kjøretøy i sommermånedene, kjøling av fartøy i tørrdokk med sjøvann i stedet for ferskvann, bruk av regnvann og reduksjon av lekkasjer i vandistribusjonsnettene er mulige tiltak for å redusere og effektivisere vannforbruket i forsvarssektoren.

### 3.4 Kjemikalier

En betydelig mengde produkter som brukes til daglig inneholder helse- og miljøskadelige kjemikalier. Noen stoffer slippes ut i naturen når produktene brukes. Utslipp til miljø kan skje når produktene lages, brukes eller avhendes. I Norge i dag er 33 miljøgifter ført opp på miljøvernmyndighetenes prioritetsliste [24]. Disse er ansett å utgjøre størst risiko for miljøet og utfasing av disse skal derfor prioriteres. Det finnes fortsatt gjenværende bruksområder for enkelte stoffer på prioritetslisten som ikke er regulert. Samtidig vil nye stoffer kunne føres opp på prioritetslisten ettersom ny kunnskap om kjemikaliers effekt på helse og miljø erverves.

Forbruk av fly- og baneavisingkjemikalier innrapporteres årlig fra Forsvarets flystasjoner til MDB. Det foreligger noen usikkerheter i rapporteringskvaliteten ved flystriper som benyttes til både sivil og militær virksomhet der forbruket mellom disse ikke kan skilles. Etablisementer med forbruk av kjemiske produkter fra verksteder og liknende rapporterer også inn dette forbruket årlig til MDB. Innrapportering av kjemikalier andre enn de konsesjonsbelagte avisingkjemikalierne er som tidligere år mangelfull.

Avisingkjemikalier til flymateriell og rullebaner står for de største mengdene av produktene innrapportert. I tillegg til flystasjonene har 9 etablisementer innrapportert kjemikalieforbruk for

2015. Dette er hovedsakelig rengjøringsmidler (avfettingsmidler, spylervæsker), smøremidler (motor- og girooljer), lim, kjølevæsker og hydrauliske væsker (Tabell 3.9)

Tabell 3.9 Innrapportert forbruk av ulike kategorigrupper av kjemikalier (kg og liter) samt antall produkter fra Forsvarssektoren i 2015.

Hovedgruppe	Mengde (kg)	Mengde (l)	Antall produkter
Baneavisingkjemikalier	1 097 600		3
Flyavisingkjemikalier	15 459		4
Rengjøringsmidler	15 612		24
Smøremidler	4 966		10
Lim, klister	4 623	2	5
Frostvæsker	2 495		2
Hydrauliske væsker	2 045		2
Oppløsningsmidler og fortynnere	460		3
Maling og lakk	363		8
Plantebeskyttelsesmiddel	100		1
Kondenshindrende midler	70		1
Herdere	48		1
Metalloverflatebehandlingsmidler	29		2
Bilpleiemidler	15		1
Brannslukningsmidler		620	2
Kjølemedier		50	1
Revneindikerende midler		100	1
<b>Sum</b>	<b>1 143 884</b>	<b>772</b>	<b>71</b>

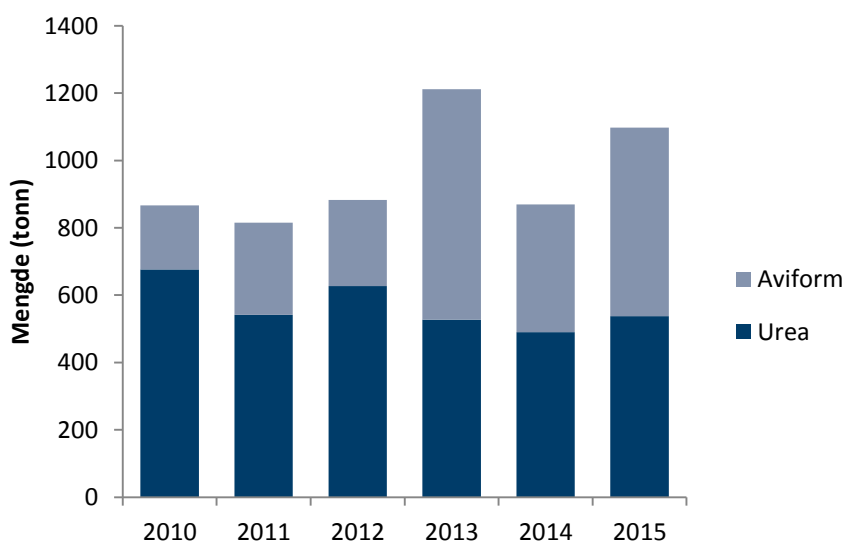
I 2015 ble det totalt innrapportert et forbruk på 1 113 tonn avisingskjemikalier fordelt på 8 av Forsvarets flystasjoner (Tabell 3.10). Til avising av baner benyttes urea eller format- og acetatbaserte kjemikalier som Aviform, mens til avising av flymateriell benyttes glykolbaserte produkter. Under 2 % av det totale forbruket i 2015 er benyttet til avising av fly, mens hovedforbruket er benyttet til avising av rullebaner. Forbruket av flyavisingkjemikalier er redusert med over 80 % fra 2014. En årsak til denne nedgangen er at Rygge, som tidligere år har rapportert høyt forbruk av flyavisingkjemikalier, er under sivil drift fra slutten av 2014, og det har vært lite militær flyaktivitet på Rygge lufthavn i 2015. Totalt forbruk av kjemikalier til avising av rullebaner i 2015 har imidlertid økt med nesten 20 % fra 2014. Svingninger i temperatur og klima fra år til år vil i stor grad påvirke mengden avisingskjemikalier forbrukt ved flystasjonene.



Tabell 3.10 Innrapportert forbruk av fly- og baneavisingskemikalier (tonn) fra de ulike flystasjonene i Forsvaret fra 2010 til 2015.

Etablisement	Mengde (tonn)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Andøya flystasjon	155	137	63	63	104	143
Bardufoss flystasjon	239	309	415	284	273	209
Bodø flystasjon	377	97	214	697	386	653
Gardermoen militære flystasjc	2	3	4		7	2
Kjeller flystasjon	3	26	13	8	2	3
Rena flystasjon (Landsørkje)		8	4	7	9	7
Rygge flystasjon	24	232	165	220	195	
Ørland hovedflystasjon	107	99	112	69	28	97
<b>Sum</b>	<b>907</b>	<b>910</b>	<b>989</b>	<b>1 348</b>	<b>1 004</b>	<b>1 113</b>

Bruk av urea til avising av rullebaner er forbundet med uheldige miljøpåvirkninger på grunn av nitrogenutslipp og fare for overgjødning. I Handlingsplan for Forsvarets miljøvernarbeid for 2011-2012 [37] ble det angitt reduksjon, og vurdering av stans av bruken av urea som avisingsvæske på Forsvarets flystasjoner. Forbruket av urea fra Forsvaret er imidlertid ikke redusert mye de siste fem år, men den relative andelen av Aviform som alternativ til urea for bruk som baneavisingsvæske har økt fra 22 % i 2010 til over 50 % i 2015 (Figur 3.8).



Figur 3.8 Utvikling i innrapportert forbruk (tonn) av hhv urea og Aviform fra Forsvarets flystasjoner fra 2010 til 2015.

---

---

**Urea** ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) er en organisk forbindelse inneholdende nitrogen (ca 46 vektprosent) og en karbonylgruppe. Urea finnes naturlig i urin hos pattedyr og kan også lages kunstig. Hovedbruksområdet til urea er som nitrogenkilde i gjødsel, men kan også brukes som avisingskjemikalie. Når urea løses i vann undertrykkes frysepunktet til vannet slik at fast snø og is som kommer i kontakt smeltes. Urea virker endotermisk, som betyr at det må trekke varme fra omgivelsene for å smelte is. Dette begrenser bruken av urea i de kaldeste regionene eller periodene ettersom den laveste effektive brukstemperaturen er  $-4^\circ\text{C}$ .

Globalt har urea for avisingsformål i økende grad blitt erstattet av acetat- og formiatbaserte kjemikalier særlig det siste tiåret. Urea er ikke lenger det naturlige valget ettersom det høye nitrogeninnholdet er skadelig for vannkvalitet og akvatisk liv ved avrenning til vann [38]. Urea har et høyt biokjemisk oksygenbehov under nedbrytning, som betyr at det binder opp løst oksygen under nedbrytning i vann som gir anaerobe forhold. Under nedbrytning frigjøres nitrogen i vannet, som akselererer algeoppblomstring, som videre reduserer oksygentilgangen for andre akvatiske organismer. Ved bruk av urea til avising er det derfor viktig at muligheten for avrenning til vann reduseres til det minimale.

Bruk av avisingskjemikalier ved flystasjoner er konsesjonsbelagt. Tillatelse til bruk av urea fra myndighetene avhenger av forholdene rundt rullebanen i forhold til mulig avrenning til en akvatisk resipient. Det blir ikke tillatt å bruke urea på steder med små resipienter med et sårbart miljø for de oksygenreduserende virkningene av nitrogenforbindelser fra urea i vann.



Foto: Forsvaret

Mange av produktene i bruk i Forsvaret i dag, så vel som i andre virksomheter, inneholder helse- eller miljøskadelige kjemikalier. Det er et behov for kartlegging av Forsvarets anskaffelser og brukerstedenes forbruk av kjemikalier som står på miljømyndighetenes prioritetsliste, samt identifisering av rapporteringsgraden av slike til MDB. Det er en nasjonal målsetting at utslipp og bruk av kjemikalier som utgjør en alvorlig trussel mot helse og miljø kontinuerlig skal reduseres. Substitusjonsprinsippet er sentralt. Det innebærer en plikt til å erstatte helse- og miljøfarlige stoffer med mindre skadelige alternativer der det er mulig.

### 3.5 Akutte utslipp

Miljøuhell er utilsiktet akutt forurensning av ytre miljø og kan medføre skade på det fysiske miljøet (vann, jord og luft) eller det levende miljøet (mennesker, dyr og vegetasjon). Kartlegging av en virksomhets miljørisiko så vel som gode rutiner for registrering av utslipp, prosedyrer og tiltak er essensielt for å minimere risiko for skade på miljø.

Akutte miljøuhell i Forsvaret registreres i Forsvarets alarmsentral for håndtering av avvik og uønskede hendelser. Fra 2015 er disse dataene innrapportert i MDB. Tidligere år har ikke MDB hatt tilgang på data fra Alarmsentralen slik at underrapportering av akutte utslipp fra tidligere år er tenkelig. Det er derfor vanskelig å sammenligne akutte utslipp i 2015 med tidligere år. Det er i 2015 registrert 21 akutte utslipp fra 9 lokaliteter. Uhellene er av ulik forurensningstype og varierende omfang, og i noen tilfeller er lekkasjens mengde ukjent (Tabell 3.11). Utslippene dreier seg stort sett om drivstoff eller andre oljeprodukter, og ved større utslipp er det lagt ut oljeabsorberende lenser eller bark som tiltak.

Tabell 3.11 Mengde (liter) utslipp ved akutte miljøuhell fra ulike etableringer i forsvarssektoren i 2015 fordelt på forurensningstype.

Forurensningstype	Etablisement	Mengde (liter)
Bensin	Bodø Hovedflystasjon	10
	Høybuktmoen	ukjent
Diesel	Bardufoss	2
	Haakonsvern	7
	Rygge Hovedflystasjon	100
	Regionfelt Østlandet	ukjent
	Setermoen	100
Frostvæske	Regionfelt Østlandet	60
	Trandum	ukjent
Hydraulikkolje	Haakonsvern	88
	Rena leir	20
	Setermoen	5
Marint drivstoff (MGO)	Haakonsvern	200
<b>Sum</b>		<b>592</b>

---

---

**Perfluoralkylstoffer (PFAS)** er en gruppe kjemiske forbindelser som får økende oppmerksomhet ettersom kunnskap om stoffenes uheldige helse- og miljøpåvirkning blir bedre kjent. Miljødirektoratet ga sommeren 2015 pålegg om undersøkelser og tiltaksvurderinger knyttet til forurensing fra perfluoroktylsulfonat (PFOS) benyttet i brannskum ved Forsvarets brannøvelser. PFAS er giftige for vannlevende organismer, kan være kreftfremkallende, og kan forårsake uønskede langtidseffekter i naturmiljøet. Forsvarsbygg har gjennomført miljøtekniske undersøkelser ved Rygge, Ørland, Bodø, Andenes, Evenes, Banak, Bardufoss og Høybuktmoen, og utredet tiltak ved Rygge, Ørland og Evenes [39]. Brannskum med PFAS benyttes ikke av Forsvaret i dag.



Foto: Senior Airman Brett Clashman, U.S. Air Force

### 3.6 Miljørapportering fra internasjonale operasjoner

Ved internasjonale operasjoner skal ikke norske styrker forringe verdien av lokale miljø- og naturressurser. Miljøhensyn skal tas ved alle deler av virksomheten, og miljøforhold skal ivaretas på lokalt nivå [23]. Det stilles derfor krav om rapportering av miljøaspekter fra internasjonale operasjoner i MDB. Forsvaret leverer kontinuerlig operasjoner knyttet til overvåkning, suverenitetshevdelse og myndighetsutøvelse både i Norge og utenlands. De internasjonale oppdragene i 2015 inkluderer både operasjoner i Irak, Afghanistan, Sør-Sudan, Mali, Baltikum og deltakelse i NATOs minerydderstyrke. Forsvaret har bidratt med personell i rundt 14 lokaliteter for NATO- eller FN-operasjoner i Europa, Asia og Afrika i 2015 [40].

Rapportering skjer årlig fra Forsvarets Operative Hovedkvarter (FOH) til MDB. I 2015 er det rapportert strømforbruk og vannforbruk fra den norske leiren under FN-operasjonen *Multidimensional Integrated Stabilization Mission in Mali* (MINUSMA) i Bamako, Mali. Ammunisjonsforbruk rapporteres gjennom DBL 750. Store mengder drivstoff benyttes på aggregater for å produsere strøm i leiren i Bamako, og forbruket er innrapportert til MDB som

elektrisitet. Det er innrapportert et strømforbruk på 165 793 kWh fra leiren i 2015. Innrapportert forbruk av vann i 2015 er 2161 m<sup>3</sup> (Figur 3.6).

### 3.7 Energi

Forsvarssektoren er med sine 12 407 bygg, drøyt 4 millioner kvadratmeter og energikrevende flåte en storforbruker av energi på bygg og anlegg. Miljøpåvirkningen ved forbruk av energi er knyttet til både hvordan energien utvinnes og hvordan den benyttes. Forbruk av fossile energikilder medfører utslipp av gasser og partikler med lokale og globale effekter på miljø og klima. Utbygging og inngrep i naturen ved utnyttelse av vann- og vindkraft innebærer utfordringer knyttet til bærekraftig forvaltning av natur og kulturlandskap. Sammensetningen av energiforsyningen på forsvarssektorens eiendom, bygg og anlegg (EBA) er kompleks og noe varierende fra år til år. Det benyttes både elektrisitet, fyringsolje, fjernvarme, gass, parafin, biopellets/biobriketter, skogsflis og diesel/bensin på aggregater. Reduksjon og effektivisering av energiforbruk, sammen med en dreining fra fossile til fornybare energikilder, er en viktig del av forsvarssektorens arbeid for å redusere den samlede miljøbelastningen.

Forsvarsbygg startet i 2012 opp prosjektet Energiledelse fase II (2012-2016) som en videreføring av arbeidet med å redusere energibruk i bygg og anlegg gjennom ombyggingstiltak og energieffektivisering [41]. I tillegg skal bruk av fossile brensler til oppvarming fases ut innen utgangen av 2018. Det har over flere år vært gjennomført en gradvis utskiftning av fyringsolje på oljekjeler med mer miljøvennlige energibærere. Ett konverteringsprosjekt ble gjennomført i 2015 og det ble registrert forbruk av fyringsolje ved 36 etableringer i 2015.

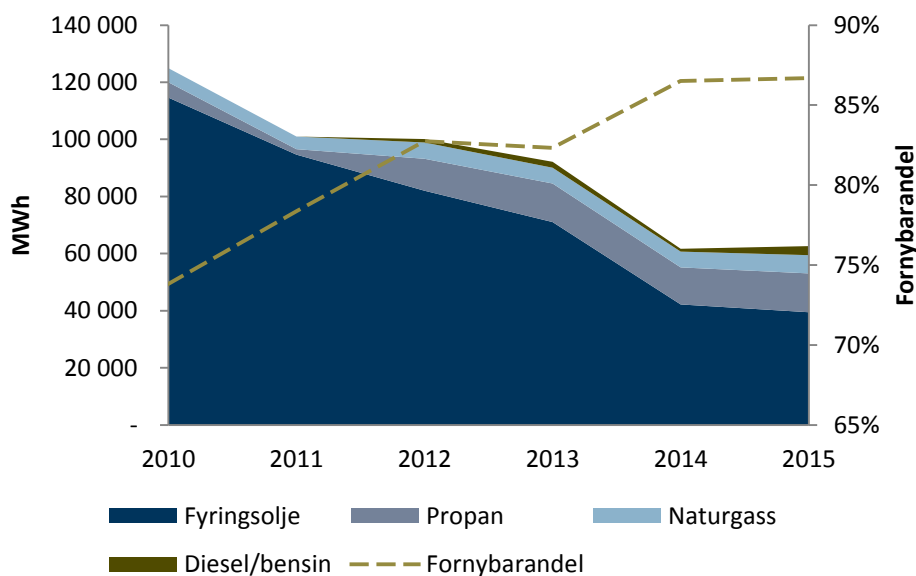
Energiforbruk på EBA rapporteres til MDB fra Forsvarsbygg sentralt. I 2015 ble det registrert forbruk av elektrisitet, fjernvarme/fjernkjøling, fyringsolje, gass, parafin, biopellets/briketter, skogsflis og diesel/bensin på aggregat. Det samlede energiforbruket var på 671 890 MWh, som er en økning på 2 % sammenlignet med året før (Tabell 3.12).

Tabell 3.12 Energiforbruk (MWh) fordelt på energikilde for årene 2010-2015.

Energikilde	Energiforbruk (MWh)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Elektrisitet	491 424	550 868	582 673	575 229	532 151	546 927
Fjernvarme/fjernkjøling	42 972	30 485	41 000	51 604	52 111	49 194
Fyringsolje lett	114 627	94 655	82 022	71 051	42 218	39 487
Propan	5 360	1 919	11 193	13 501	12 973	13 599
Naturgass	4 931	4 421	5 703	5 533	5 523	6 386
Parafin	19	19	19	19	19	19
Biopellets	2 644	2 924	327	3 360	2 044	2 228
Skogsflis	14 893	11 054	14 198	13 426	12 424	10 879
Diesel/F34/Bensin	-	-	1 206	2 068	993	3 170
<b>Sum</b>	<b>676 871</b>	<b>696 346</b>	<b>738 342</b>	<b>735 790</b>	<b>660 456</b>	<b>671 890</b>

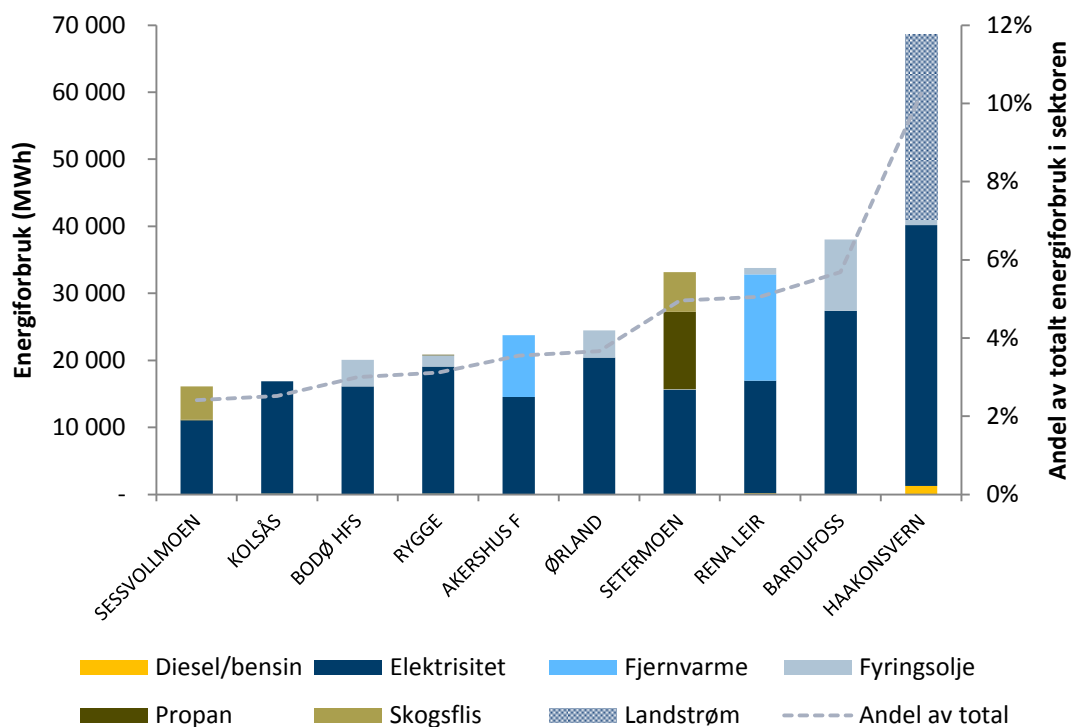
Andelen av det samlede energiforbruket på bygg og anlegg basert på fornybare kilder er beregnet til 87 % i 2015 og uforandret fra året før (Figur 3.9). Ikke-fornybare energikilder

inkluderer diesel og bensin på aggregater, naturgass, parafin, propan og fyringsolje til oppvarming, i tillegg til en ikke-fornybar andel av elektrisitetsproduksjon. Andelen forbruk av elektrisitet som stammer fra fossile kilder beregnes ut fra årlige nasjonale tall for import av elektrisk kraft fra ulike land og sammensetningen av kraftproduksjonen i disse landene [42, 43].



Figur 3.9 Total mengde energi (MWh) fra ikke-fornybare kilder fordelt på type kilde. Stiplet linje viser fornybarandelen av forsvarssektorens energiforbruk fra 2010-2015.

Forbruk av energi ved de ti etablisementene med størst energiforbruk utgjorde til sammen 44 % av det samlede energiforbruket i forsvarssektoren i 2015 (Figur 3.10). Haakonsværn orlogsstasjon forsynte 27 497 MWh strøm til fartøy ved kai, noe som utgjorde 5 % av det samlede forbruket. Landstrøm til fartøy ved kai ved Haakonsværn benyttes i dag av fregatter, mineryddere, motortorpedobåter og enkelte kystvaktfartøy og miljøgevinsten i form av reduserte utslipp og redusert støy er betydelig. Forsyningen fra land erstatter bruk av aggregater til energiforsyning om bord. Forsvarsbygg planlegger en oppgradering av landstrømkapasiteten på Haakonsværn slik at flere fartøyer kan kobles til landstrøm ved når de ligger ved kai [44].



Figur 3.10 'Topp ti' etableringer etter energiforbruk (MWh) og andel (%) av totalt energiforbruk i 2015. "Landstrøm" representerer elektrisitet levert til fartøy ved kai..

Forbruk av energi per etat beregnes ut fra etatens leietagerandeler ved de ulike etablisementene. Etatene varierer både i geografisk utspredning, antall ansatte og type leieforhold. Forsvaret leier størstedelen av den samlede eiendomsmassen og tilskrives 81 % av energiforbruket i 2015 (Tabell 3.13)

Tabell 3.13 *Energiforbruk (MWh) i forsvarssektoren og de underliggende etatene fordelt på energikilde i 2015.*

Energikilder	Energiforbruk (MWh) fordelt på etat					
	Forsvaret	FD	FB	FFI	NSM	Ukjent*
Elektrisitet	448 681	14 601	47 943	7 879	1 338	26 651
Fjernvarme	30 059	980	11 671	3 409	-	2 505
Fjernkjøling	-	-	-	569	-	-
Fyringsolje lett	32 463	1 140	5 713	0,4	-	171
Propan	12 480	20	855	2	-	242
Naturgass	6 201	-	186	-	-	-
Biopellets	2 189	-	39	-	-	-
Skogsflis	10 246	-	531	-	-	102
Diesel/F34/Bensin	2 636	15	283	-	-	0,03
<b>Sum</b>	<b>544 956</b>	<b>16 756</b>	<b>67 221</b>	<b>11 859</b>	<b>1 338</b>	<b>29 670</b>

\*"Ukjent" refererer til forbruk på bygg som ikke kunne tilskrives leietager etter helhetlig eiendomsregister

Forbruk av energi på EBA er et vesentlig miljøaspekt i forsvarssektoren. De negative effektene på miljø knyttet til forsyning av energi til etablissementene henger tett sammen med hvilke energibærere som benyttes. Utfasingen av fossile brensel vil redusere utslippene til luft betydelig. Det vil likevel være et miljømessig og økonomisk insentiv for å redusere den totale energibruken på bygg og anlegg gjennom effektiviseringstiltak. Utbygging av fornybar kraft er ikke uproblematisk i et miljøperspektiv, og en reduksjon i totalt forbruk vil alltid være det mest miljøvennlige alternativet.

**Nullenergibygget 'Visund'**, som ble ferdigstilt ved Haakonvern desember i samarbeid med forskningssenteret ZEB (Zero Emission Buildings), er det første av sitt slag i forsvarssektoren. Bygget har et netto beregnet strømforbruk på 16 kWh/m<sup>2</sup>, en reduksjon på ca. 96 % sammenlignet med bygget det erstatter. Dette oppnås gjennom blant annet solcellepaneler på taket, tilknytning til sjøvarmepumpene på Haakonvern, intelligent ventilasjon, i tillegg til solskjerming som reduserer kjølebehovet i bygget.



Nullenergibygget ved Haakonvern. Foto: Forsvarsbygg



### 3.8 Drivstoff

Drivstoff som et miljøaspekt i forsvarssektoren er i hovedsak knyttet til utslippene som følge av forbrenningsprosessene de inngår i. Det benyttes en rekke ulike typer drivstoff på ulike typer materiell og maskineri i forsvarssektoren. Lokale tankanlegg forsyner Forsvaret med NATO-standardiserte drivstofftyper på kjøretøy, luftfartøy og fartøy. Kystvakten benytter i tillegg naturgass (LNG) på fartøyene i Barentshavklassen. Det forekommer også tanking fra sivile tankanlegg.

Forbrukstall for militære kjøretøy rapporteres årlig til MDB fra de ulike tankanleggenes ansvarshavende. Der det benyttes drivstoffkort for tanking blir drivstoffet fordelt på avdelingene som er tilknyttet disse. Forbruk av drivstoff på luftfartøy og fartøy rapporteres til MDB fra henholdsvis FLO Forsyning og Sjøforsvaret sentralt. Drivstoff benyttet på leasede kjøretøy rapporteres rutinemessig til MDB fra leverandør av kjøretøy med rammeavtale. Forbruk av drivstoff knyttet til bruk av privatbil i tjeneste beregnes ved å benytte typiske forbruk på personbiler og nasjonal fordeling av henholdsvis bensin-, diesel- og elektriske kjøretøyer [45, 46].

Det er innrapportert et samlet forbruk på 85 298 m<sup>3</sup> drivstoff fra forsvarssektorens aktiviteter i Norge i 2015 (Tabell 3.14). Dette er en reduksjon på 12 % sammenlignet med året før.

Tabell 3.14 Drivstofforbruk (m<sup>3</sup>) fordelt på type drivstoff i forsvarssektoren fra 2010-2015. Antall liter bensin og diesel knyttet til reiseregning med bil er inkludert i tabellen.

Drivstofftype	Drivstofforbruk (m3) per år					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bensin	1 305	1 317	1 541	668	379	577
Diesel/F34	7 548	6 967	7 579	7 131	7 234	6 316
Propan	55	-	-	-	11	7
Marine fuel	37 253	33 590	40 576	43 115	41 050	37 009
F-34 (luftfartøy)	41 250	38 672	40 780	40 782	39 641	35 411
Naturgass (LNG)	3 248	3 181	3 533	5 829	7 830	5 931
Avgas 100 LL	37	58	53	38	41	47
<b>Sum</b>	<b>90 696</b>	<b>83 785</b>	<b>94 062</b>	<b>97 563</b>	<b>96 187</b>	<b>85 298</b>

Forsvarets andel av det totale drivstofforbruket i 2015 var over 98 %, hvorav 85 % var forbruk på fartøy og luftfartøy (Tabell 3.15). Variasjonen i forbruk henger sammen med både mengden og type aktivitet, hastighet og driftsprofil, oppdragstype og krav, i tillegg til vær og vind. Det vil dermed være en rekke faktorer som påvirker drivstofforbruk på de ulike fartøyene og luftfartøyene.

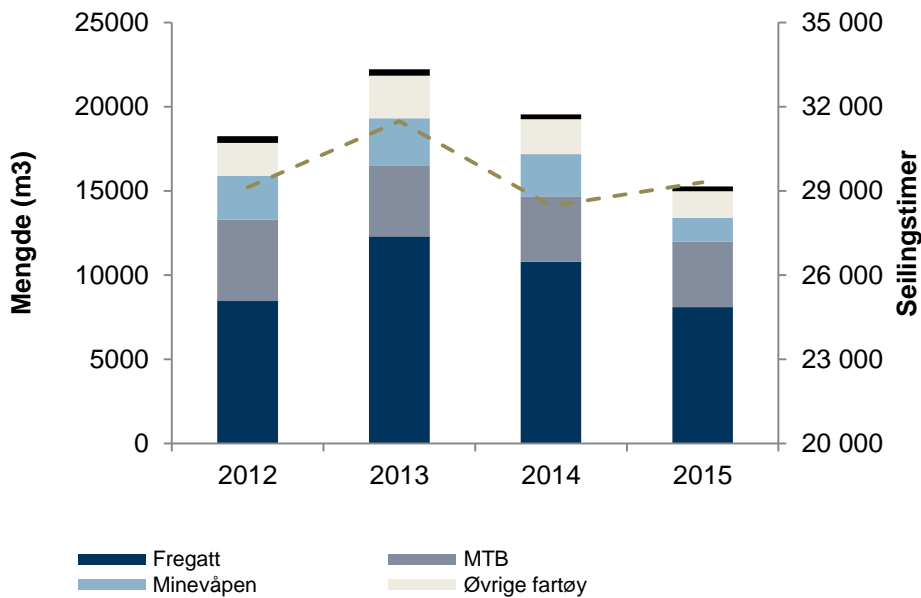
Totalt antall flytimer er redusert med 6 % i Luftforsvaret sammenlignet med året før, mens flytimer på F-16 er redusert med 15 %. For Sjøforsvaret økte antall seilingstimer ca. 3 % fra 2014 til 2015, mens antall seilingstimer for fregattvåpenet ble redusert med ca. 16 % [40]. For Luftforsvaret benyttet F-16 ca. 59 % av samlet drivstoff i 2015, mens kystvaktfartøyene og

fregattvåpenet sto for henholdsvis 48 % og 20 % av drivstofforbruk (marine gas oil) på fartøy i 2015 (Figur 3.11 & Figur 3.12).

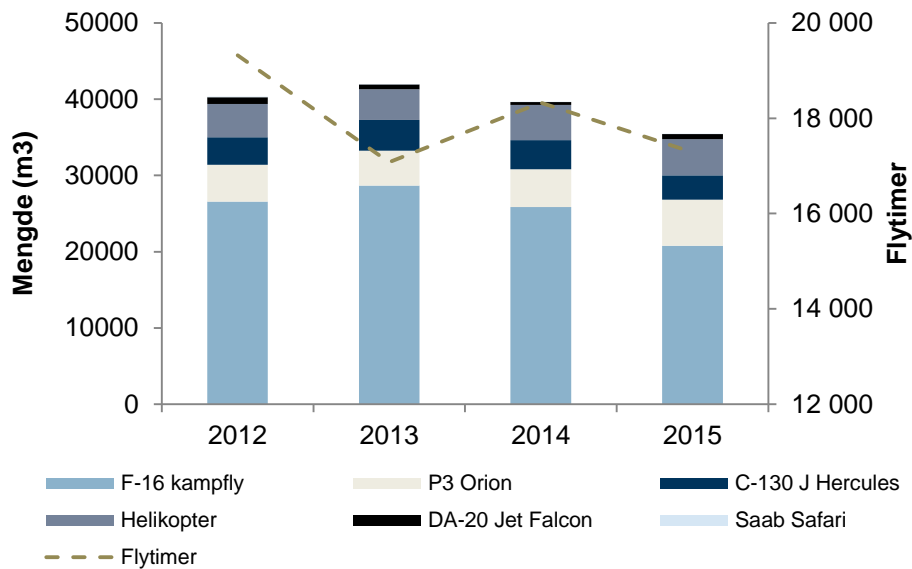
Tabell 3.15 Drivstofforbruk (l) i forsvarssektoren i 2015 fordelt på etat, type materiell og drivstoff.

Drivstofforbruk (liter) fordelt på type							
Etat og materiell	Diesel	Bensin	Marine fuel	Jetfuel	Avgas	LNG	Propan
<b>Forsvaret</b>							
Kjøretøy, administrative	1 424 174	27 899	-	-	-	-	-
Kjøretøy, reiseregning	255 329	342 506	-	-	-	-	-
Kjøretøy, militære	4 236 530	101 545	-	-	-	-	-
Fartøy	-	-	36 110 049	-	-	5 930 533	-
Luftfartøy	-	-	-	35 410 690	46 839	-	-
Brannøving	-	-	-	-	-	-	7 236
<b>Sum Forsvaret</b>	<b>5 916 033</b>	<b>471 950</b>	<b>36 110 049</b>	<b>35 410 690</b>	<b>46 839</b>	<b>5 930 533</b>	<b>7 236</b>
<b>Forsvarsbygg</b>							
Kjøretøy, administrative	329 246	31 938	-	-	-	-	-
Kjøretøy, reiseregning	24 424	32 625	-	-	-	-	-
Kjøretøy, andre*	21 898	21 425	-	-	-	-	-
<b>Sum Forsvarsbygg</b>	<b>375 568</b>	<b>85 988</b>	-	-	-	-	-
<b>FFI</b>							
Kjøretøy, administrative	9 994	1 334	-	-	-	-	-
Kjøretøy, reiseregning	8 033	10 534	-	-	-	-	-
Fartøy	-	-	898 635	-	-	-	-
<b>Sum FFI</b>	<b>18 027</b>	<b>11 868</b>	<b>898 635</b>	-	-	-	-
<b>NSM</b>							
Kjøretøy, administrative	2 704	-	-	-	-	-	-
Kjøretøy, reiseregning	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sum NSM</b>	<b>2 704</b>	-	-	-	-	-	-
<b>FD</b>							
Kjøretøy, administrative	2 253	5 336	-	-	-	-	-
Kjøretøy, reiseregning	1 741	2 326	-	-	-	-	-
<b>Sum FD</b>	<b>3 994</b>	<b>7 662</b>	-	-	-	-	-
<b>Sum</b>	<b>6 316 326</b>	<b>577 468</b>	<b>37 008 684</b>	<b>35 410 690</b>	<b>46 839</b>	<b>5 930 533</b>	<b>7 236</b>

\*Drivstoff benyttet på ingeniørmaskiner og andre kjøretøy



Figur 3.11 Drivstofforbruk ( $m^3$ ) på fartøy i perioden 2012-2015. Stiplet linje angir totalt antall seilingstimer.



Figur 3.12 Drivstofforbruk ( $m^3$ ) på luftfartøy i perioden 2012-2015. Stiplet linje angir totalt antall flytimer.

---

---

**Naturgass** benyttes av fartøyene i Barentshavklassen og består hovedsakelig av metan ( $\text{CH}_4$ ). Når gassen kjøles ned til  $162^\circ\text{C}$  går den over i væskefase, som fører til at volumet reduseres til 1/600 av volumet i gassfase og gjør drivstoffet egnet for transport. Miljøgevinsten ved bruk av naturgass (LNG) som erstatning for diesel er betydelig. Naturgass gir svært lave utslipp av sot, røyk og partikler,  $\text{NO}_x$  og ingen utslipp av svovel ettersom gassen er svovelfri. Selv om lekkasje og/eller ufullstendig forbrenning av metan kan redusere klimagevinsten er det anslått at utslippene av klimagasser reduseres med 15-20 % sammenlignet med konvensjonelt drivstoff [47].



Barentshavklassen. Foto: Forsvaret

### 3.9 Utslipp til luft

Forsvarssektorens aktiviteter på land, sjø og i luft medfører betydelige utslipp av gasser og partikler med globale og lokale effekter på klima og miljø. Både forbruk av fossile brensler til ulike typer materiell samt oppvarming av bygg- og anlegg medfører utslipp til luft. Teknologi og driftsmønster på ulike materielle typer, sammen med volum og type energibærere som benyttes, påvirker mengden og sammensetningen av utslippene. Det er et krav at forsvarssektoren planmessig skal redusere sine utslipp av klimagasser og nitrogenoksider ( $\text{NO}_x$ ) fra kjøretøy, og stille krav til energieffektivitet og utslipp ved anskaffelser av materiell og tjenester [48].

Forsvarssektorens klimaregnskap skal i henhold til krav i IVB LTP 2013-2016 utarbeides hvert år jmf. retningslinjene i *Greenhouse Gas Protocol* og ISO 14064. GHG-protokollen dekker drivhusgassene omfattet av Kyoto-protokollen. Forsvarssektorens klimaregnskap omfatter i dag karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) og lystgass ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Det er imidlertid en målsetning å utvide klimaregnskapet til å omfatte utslipp av fluorholdige gasser. Lystgass og metan omregnes til  $\text{CO}_2$ -ekvivalenter for å standardisere oppvarmingseffekten av de samlede utslippene av klimagasser. Faktorene for beregning av  $\text{CO}_2$ -ekvivalenter er hentet fra IPCCs femte rapport [49].

---

---

Utslipp av klimagasser fra forsvarssektorens virksomhet beregnes ut fra innrapportert energi- og drivstofforbruk og utslippsfaktorer knyttet til ulike materielltyper og energivarer. Generelle utslippsfaktorer innhentes på årlig basis fra Statistisk Sentralbyrå [50]. Materiellspesifikke utslippsfaktorer benyttes der disse er tilgjengelige. I 2015 er materiellspesifikke utslippsfaktorer innlemmet i MDB for F-16 kampfly, P3-Orion, C130J Hercules, alle typer helikoptre i tillegg til en rekke fartøy.

For elektrisitet beregnes utslipp ut fra en sammensetning av fornybare/ikke-fornybare kilder etter at import av kraft til Norge er inkludert [43]. Utslipp fra produksjon av fjernvarme/kjøling beregnes ut fra sammensetningen i energiforsyningen ved de ulike anleggene som leverer dette til forsvarssektorens bygg og anlegg. Der sammensetningen av produksjon av fjernvarme ikke er kjent benyttes nasjonale aggregerte verdier [51]. For utslipp fra forbrenning av biomasse til oppvarming skal det i henhold til GHG-protokollen rapporteres utslipp av metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O), men ikke CO<sub>2</sub>.

For tjeneste- og pendlerreiser med fly beregnes utslipp fra flygninger innenlands ut fra rutespesifikke utslippsfaktorer. Utslippsfaktorene beregnes ut fra drivstofforbruk ved ulike faser av flygningene, rutedistansen og fyllingsgraden for flyselskapet som er benyttet og følger metodikken anbefalt av Det europeiske miljøbyrået [52]. Internasjonale flyreiser er kategorisert som henholdsvis innen eller utenfor Europa og gitt standardiserte utslippsfaktorer og distanser [53].

For 2015 er det beregnet et samlet utslipp av 280 127 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra forsvarssektoren. Utslipp av klimagasser og andre gasser og partikler med negative effekter på miljø og helse er presentert i Tabell 3.16. Det er i dette regnskapet også beregnet *syreekvivalenter* basert på utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>) og ammoniakk (NH<sub>3</sub>) vektet etter deres forsurende effekt [54]. I henhold til GHG-protokollen fordeles utslippene på direkte utslipp fra forsvarssektorens egne aktiviteter (Scope 1) og indirekte utslipp fra forsvarssektoren fra kilder som ikke eies/kontrolleres av forsvarssektoren (Scope 2, Scope 3).

Tabell 3.16 Utslipp til luft (kg) fordelt på materiell/aktivitet og utslippsstoff. Klimagasser omfatter CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.

Utslippsregnskap for forsvarsektoren 2015		Klimagasser (kg)				Andre stoffer og partikler (kg)									
Kategori	Energivare	CO <sub>2</sub> - ekvivalenter <sup>a</sup>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	Syre- ekvivalenter <sup>b</sup>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	NM <sub>VOC</sub>	Svevestøv	Metaller	PAH	
1.1	Kjøretøy, adm.														
	- Forsvaret	Bensin/diesel	3 912 564	3 880 355	105	30	265	12 032	18	51	5 587	995	578	2	9
	- FD	Bensin/diesel	18 738	18 560	0	2	1	41	0	5	210	32	1	0	0
	- FFI	Bensin/diesel	21 284	21 103	1	1	1	62	0	1	68	11	3	0	0
	- Forsvarsbygg	Bensin/diesel	964 970	956 909	25	16	65	2 887	4	36	2 259	379	135	1	2
	- NSM	Bensin/diesel	7 302	7 242	0	0	0	23	0	0	9	2	1	0	0
1.2	Privatbil i tjeneste					0									
	- Forsvaret	Bensin/diesel	1 506 779	1 487 970	43	175	111	4 391	6	259	31 782	3 122	235	1	2
	- FD	Bensin/diesel	10 252	10 124	0	1	1	30	0	2	216	21	2	0	0
	- FFI	Bensin/diesel	46 849	46 267	1	5	3	137	0	8	979	96	7	0	0
	- Forsvarsbygg	Bensin/diesel	143 804	142 011	4	17	11	419	1	25	3 028	297	22	0	0
1.3	Kjøretøy, militære	Bensin/F34	11 767 495	11 692 460	240	107	1 298	59 380	55	93	25 489	3 234	1 732	73	22
1.4	Fartøy	Marin fuel	98 340 713	97 369 448	2 454	7 061	29 071	1 291 434	31 883	0	72 288	72 433	49 146	9	59
		LNG	11 217 944	7 225 528	0	117 424	325	14 944	0	0	7 781	2 956	116	0	0
1.5	Luftfartøy	Jet fuel/flybensin	90 699 262	89 669 561	2 847	5 335	8 154	356 985	12 605	0	229 825	96 649	33 840	28	4
1.6	Oppvarming/fyring	Fyringsolje	10 529 765	10 455 423	99	1 319	247	8 246	2 156	0	6 596	1 319	495	1	0
		Propan	3 201 572	3 185 940	32	181	53	2 443	0	0	531	106	144	0	0
		Diesel	761 878	756 499	7	95	13	597	4	0	477	95	34	0	0
		Skogsflis/biopelletts <sup>c</sup>	172 672	0	412	1 470	181	5 516	1 970	0	88 218	7 646	14 821	4	1
		Naturgass	1 281 854	1 276 726	3	128	36	1 636	0	0	0	55	78	0	0
1.7	Aggregat/Brannøving	Bensin/F34	72 577	72 137	1	1	5	224	0	1	138	18	19	0	0
<b>1</b>	<b>Sum Scope 1</b>		<b>234 678 272</b>	<b>228 274 262</b>	<b>6 273</b>	<b>133 368</b>	<b>39 842</b>	<b>1 761 423</b>	<b>48 702</b>	<b>481</b>	<b>475 482</b>	<b>189 467</b>	<b>101 408</b>	<b>120</b>	<b>98</b>
2.1	Elektrisitet	Miks	12 032 396	12 032 396	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2	Fjernvarme/kjøling	Miks	1 397 094	1 397 094	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2</b>	<b>Sum Scope 2</b>		<b>13 429 490</b>	<b>13 429 490</b>											
3.1	Flyreiser	Jet fuel													
	- Forsvaret		30 009 020	30 009 020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- FD		338 397	338 397	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- FFI		336 249	336 249	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Forsvarsbygg		1 336 557	1 336 557	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3</b>	<b>Sum Scope 3</b>		<b>32 020 223</b>	<b>32 020 223</b>											
	<b>Totalt utslipp</b>		<b>280 127 986</b>	<b>273 723 975</b>	<b>6 273</b>	<b>133 368</b>		<b>1 761 423</b>	<b>48 702</b>		<b>475 482</b>	<b>189 467</b>	<b>101 408</b>	<b>120</b>	<b>98</b>

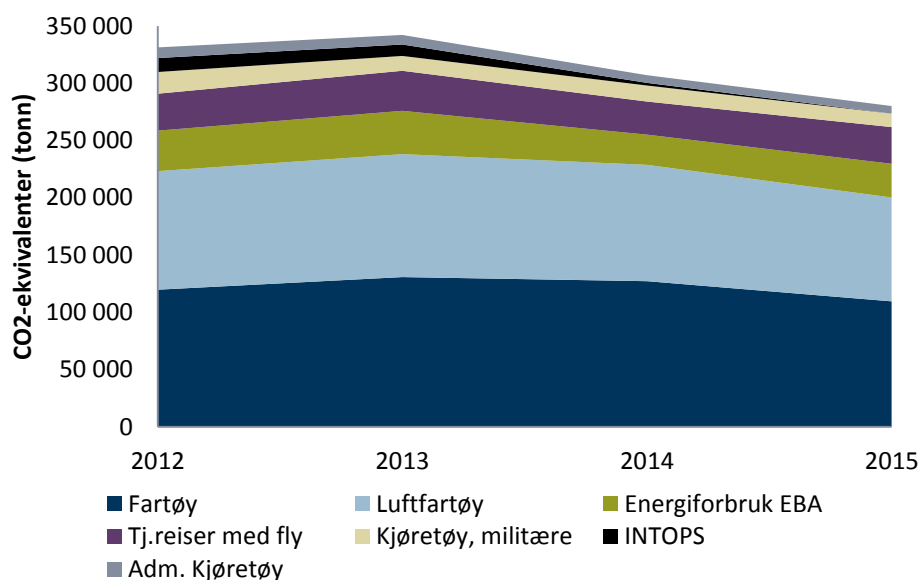
<sup>a</sup>Omregning til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter; CH<sub>4</sub>: 1\*34; N<sub>2</sub>O: 1\*298

<sup>b</sup>Omregning til syreekvivalenter; NO<sub>x</sub>: 1/46; SO<sub>2</sub>: 1/32; NH<sub>3</sub>: 1/17

<sup>c</sup>Jamfør GHG-protokollen føres det kun utslipp av CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O fra biobrensel

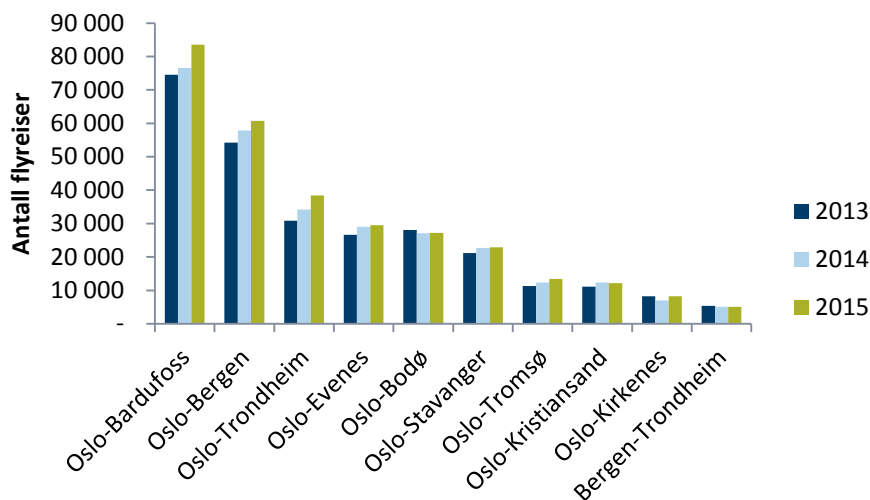
### 3.9.1 Utslipp CO<sub>2</sub>-ekvivalenter

Utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra forsvarssektoren i 2015 er redusert med 9 % fra året før og 15 % sammenlignet med 2012. Forsvarets fartøy og luftfartøy utgjør sentrale deler av forsvarssektorens materielle kapasiteter og dette reflekteres i utslippene (Figur 3.13). Klimagassutslipp fra fartøy og luftfartøy utgjorde henholdsvis 39 % og 32 % av samlede klimagassutslipp i 2015. Det benyttes fortsatt noe fyringsolje til oppvarming, og dette utgjør ca. 4 % av de samlede utslippene. Bruk av fyringsolje skal fases ut i forsvarssektoren innen utgangen av 2018.



Figur 3.13 Utslipp av tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fordelt på kilde i perioden 2012-2015.

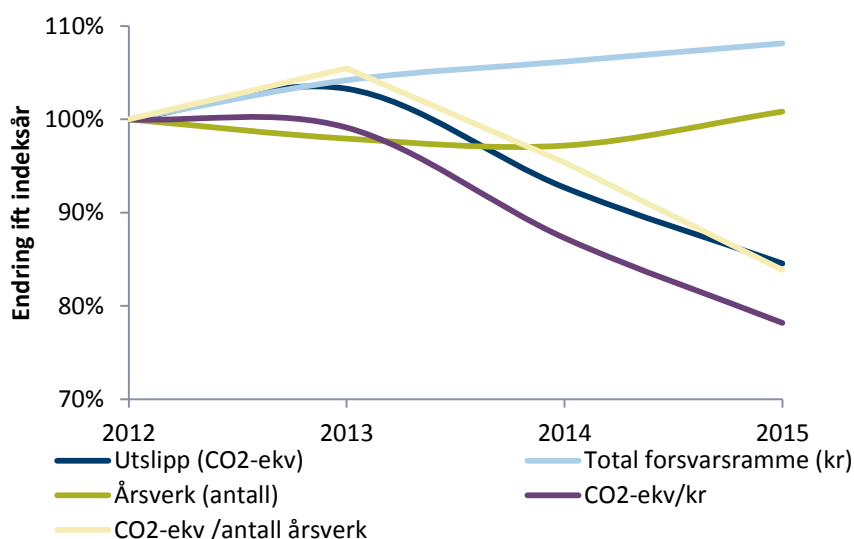
Tjeneste- og pendlerreiser med fly utgjør en betydelig del av sektorens samlede utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Reisevirksomheten med fly har økt gradvis de siste årene, og i 2015 ble det foretatt 334 000 flyreiser innenlands fordelt på 147 ruter. Reiser på de 10 mest benyttede reiserutene utgjorde ca. 90 % av alle reisene totalt (Figur 3.14). Andelen reiser mellom Oslo og Bardufoss reflekterer Forsvarets betydelige tilstedeværelse i Nord-Norge. Det finnes i dag ingen gode alternativer til fly for forflytning av forsvarspersonell mellom nord og sør i Norge. Reiser med fly i forbindelse med møtevirksomhet kan derimot i mange tilfeller erstattes med bruk av videokonferanser der slikt utstyr er tilgjengelig. Tilrettelegging for videokonferanser vil være det viktigste enkelttiltaket for å redusere behovet for flyreiser. Det ble foretatt 39 425 internasjonale flyreiser i forsvarssektoren i 2015.



Figur 3.14 Antall flyreiser for de 10 mest benyttede reiserutene innenlands for årene 2013-2015. Rutebeskrivelsen gjelder flygninger mellom de to aktuelle stedene.

### 3.9.1.1 Utslippsintensitet

Absolutte utslipp er ikke sensitiv for variasjon i størrelse og/eller endrede forutsetninger i en virksomhet. Utslipp relativ til en virksomhets størrelse, eller virksomhetens utslippsintensitet, er relevant for å kunne sammenligne utslipp på tvers av virksomheter og år. Utslipp relativ til budsjettstørrelse og antall årsverk i perioden 2012-2015 viser at forsvarssektorens samlede utslippsintensitet har blitt redusert mer enn de absolutte utslippene i perioden (Figur 3.15).



Figur 3.15 Prosentvis endring i utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forsvarssektoren, total forsvarsramme, antall årsverk og utslippsintensitet, i forhold til indeksår 2012.

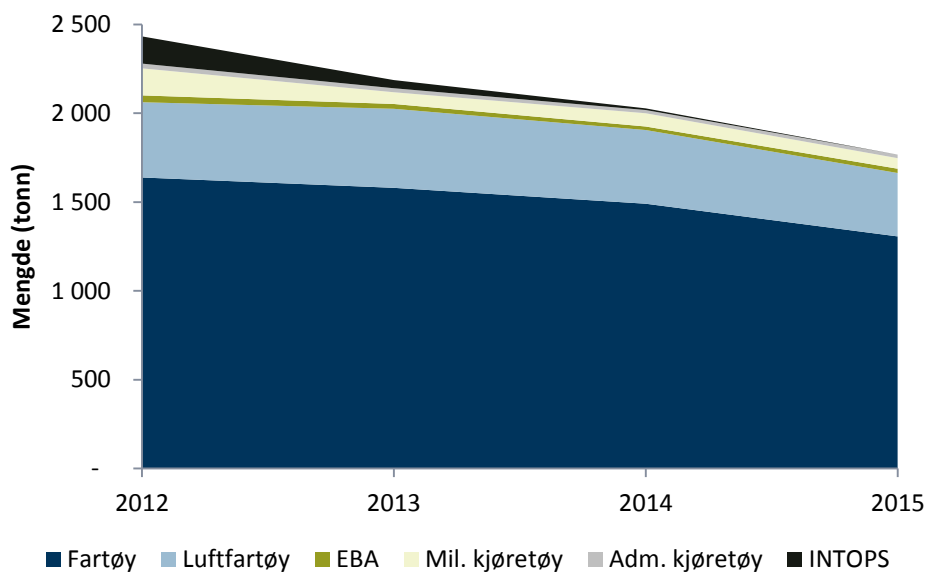


### 3.9.2 Utslipp av andre gasser og partikler

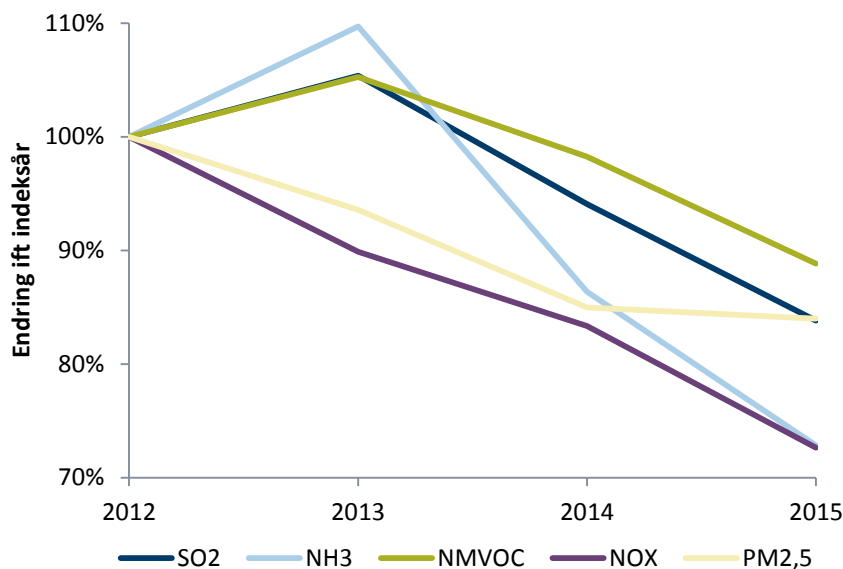
I tillegg til klimagasser blir det sluppet ut andre stoffer i forbrenningsprosesser som har ulike negative effekter på helse og miljø. NO<sub>x</sub>, svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), ammoniakk (NH<sub>3</sub>) og flyktige organiske forbindelser unntatt metan (NM-VOC) er gasser som blant annet bidrar til sur nedbør, overgjødning, og dannelse av bakkenært ozon.

Norge er gjennom Gøteborgprotokollen forpliktet til å redusere utslippene av disse gassene i tillegg til finfraksjonen av svevestøv (PM<sub>2,5</sub>) fram mot 2020. Forbrenningsprosesser på fartøy er hovedkilden til utslipp av NO<sub>x</sub> i forsvarssektoren. Utslipp fra fartøy utgjorde 74 % av de totale utslippene i 2015 (Figur 3.16). Tiltak som kan redusere NO<sub>x</sub>-utslipp fra fartøy inkluderer både motortekniske og rensetekniske tiltak, i tillegg til en omlegging til alternative drivstoff som gass. Sjøforsvaret er omfattet av NO<sub>x</sub>-avgiften på alle fartøy med samlet installert framdriftsmotoreffekt på 750 kW. NO<sub>x</sub>-reduserende tiltak vil derfor også innebære betydelige økonomiske innsparinger over tid.

Utslippene fra forsvarssektoren av alle gassene omfattet av Gøteborgprotokollen er redusert fra 2012 til 2015 og skyldes i hovedsak redusert drivstofforbruk på fartøy og luftfartøy (Figur 3.17).



Figur 3.16 Utslipp av NO<sub>x</sub> (tonn) fordelt på utslippskilde i perioden 2012-2015.



Figur 3.17 Prosentvis utvikling i utslipp fra forsvarssektoren av gasser og partikler som omfattes av Gøteborgprotokollen, fra indeksår 2012.

I MDB registreres også utslipp av metallene krom (Cr), kobber (Cu), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og arsen (As) som er knyttet til forbrenningsprosesser. Metaller i luft kan ha uønskede helseeffekter ved inhalasjon, og kan avsettes i jord og videre tas opp i næringskjeden. Hovedkilden til utslipp av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) er ufullstendig forbrenning av organisk materiale fra industri, vedfyring og transport. Utslippene har uheldige helse- og miljøeffekter, og mange PAH-er er kjent for å ha kreftfremkallende egenskaper.

Forsvarssektorens samlede utslipp til luft er gradvis redusert de senere årene. Utslippene vil derimot variere med aktivitetsmengden og perioder med økt aktivitet vil øke utslippene, gitt at sammensetningen av materiell, teknologi og driftsmønster er lik. Norges mål om kraftige kutt i utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fram mot 2030 tilsier at også forsvarssektoren må implementere tiltak for å redusere utslipp. Utslipp fra fartøy og luftfartøy utgjør hovedtyngden av sektorens utslipp, og tiltak rettet mot disse typene materiell vil være sentrale for å redusere utslipp. Ettersom reduksjon av utslipp ikke vil kunne gå på bekostning av forsvarsevne er det vesentlig å identifisere tiltak som reduserer utslipp samtidig som driftsevne opprettholdes eller forbedres. Test og utnyttelse av annengenerasjons biodrivstoff på forsvarsmateriell, brenselceller, batteriteknologi, introduksjon av flere- null- og lavutslippskjøretøy, og energieffektiviserende tiltak knyttet til utforming og drift av fartøy er alle mulige tiltak som er mer eller mindre utprøvd i forsvarsorganisasjoner i andre land [55].

---

---

**Nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>)** er en fellesbetegnelse på forbindelser (NO og N<sub>2</sub>O) mellom nitrogen (N) og oksygen (O<sub>2</sub>) som dannes under forbrenning ved høye temperaturer. Luften inneholder omtrent 80 % nitrogen, men ved romtemperatur reagerer ikke nitrogen og oksygen med hverandre. I forbrenningskamre i motorer blir temperaturen derimot høy nok til at N og O<sub>2</sub> kan reagere med hverandre og danne NO. Dannelsen av NO skjer ved omtrent 1200 °C og øker med økende temperatur [56]. Lufttilgang, luftfuktighet, motorbelastning og design, i tillegg til nitrogeninnholdet i drivstoffet, er andre faktorer som påvirker utslippene av NO<sub>x</sub>. Et nøyaktig utslippsregnskap for NO<sub>x</sub> er derfor avhengig av utslippsmålinger på de ulike motorene som benyttes på de ulike fartøyene.

Forsvarssektorens miljødatabase benytter utslippsfaktorer basert på dokumenterte utslippstester på de ulike fartøyene og luftfartøyene, der disse er tilgjengelige. Der det benyttes både hovedmotor og hjelpemotor vektet og sammenstilles disse til en samlet faktor. Der spesifikke faktorer ikke foreligger, benyttes generelle utslippsfaktorer anbefalt av Statistisk Sentralbyrå [50]. Det er en målsetning å fremskaffe materiellspesifikke utslippsfaktorer for alle typer materiell. Materiellspesifikke utslippsfaktorer foreligger i MDB for følgende materiell:

**Fartøy** : Nansenklasse fregatter [57], slepebåter (kilde: Sjøforsvaret), minefartøy [58], MTB (kilde: Bostek)

**Luftfartøy:** F-16 kampfly [59], P3-Orion [59], C130J Hercules [59], NH90 [60], Bell 412 [60], Sea King [60]

### 3.10 Miljøprestasjonsindikatorer

Evaluering av virksomhetens miljøprestasjon inngår i styringsprosessen der miljøprestasjon vurderes opp mot de krav som ledelsen har satt for organisasjonen, og for å identifisere områder for forbedring [21]. FFI har utarbeidet miljøprestasjonsindikatorer for forsvarssektoren som kan fungere som kommunikasjonsverktøy for miljøprestasjonen i sektoren [61]. Indikatorene skal gi en nøyaktig vurdering av organisasjonens miljøprestasjon, de skal være forståelige og entydige, det skal være mulig å gjøre sammenligninger fra år til år, samt muliggjøre sammenligning med andre sektorielle, nasjonale eller regionale standardverdier. Disse indikatorene vil kunne brukes som verktøy for å identifisere de viktigste områdene for miljøforbedringer i sektoren. Forsvarssektorens miljøprestasjonsindikatorer for perioden 2008-2015 fremkommer i Tabell 3.17.

Indikatorerne har blitt valgt ut gjennom en prosess der det har blitt vurdert hvilke aktiviteter i forsvarssektoren som gir betydelig miljøbelastning. Aktivitetsbeskrivende indikatorer slik som antall årsverk, total forsvarsramme og bygningsmasse gjør det mulig å se miljøbelastning i forhold til parametere som indikerer omfang og størrelse i sektoren.

Tabell 3.17 Miljøprestasjonsindikatorer for perioden 2010-2015, fordelt på miljøaspekt.

Miljøprestasjonsindikator		2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Aktivitet</b>							
<b>Benevnning</b>							
Antall årsverk	årsverk	27 633	27 101	27 811	27 237	27 028	28 042
Totalt forsvarsbudsjett	mrd kr	34,9	39,2	40,5	42,2	43,0	43,8
Totalt forsvarsbudsjett- indeks regulert ift. 2008	mrd kr	33,0	33,4	33,6	34,3	35,0	35,8
Bygningsmasse	kvm	3 926 574	4 316 544	4 226 126	4 105 617	4 078 602	4 072 801
<b>Avfall</b>							
Mengde næringsavfall	tonn	12 724	14 767	15 857	15 919	15 952	16 437
Avfall fra FB SE og FB Utvikling	tonn	16 557	50 712	31 146	81 330	65 730	31 186
Mengde farlig avfall	tonn	2 287	2 860	3 049	2 927	2 427	2 838
Næringsavfall pr årsverk	kg/årsverk	460	545	570	584	590	586
Næringsavfall pr forsvarsbudsjett	kg/tusen kr	0,36	0,38	0,39	0,38	0,37	0,38
Næringsavfall pr. fors.budsjett indeks reg. ift. 2008	kg/tusen kr	0,39	0,44	0,47	0,46	0,46	0,46
Næringsavfall pr kvm	kg/m <sup>2</sup>	3,24	3,42	3,75	3,88	3,91	4,04
Sorteringsgrad (næringsavfall)	%	54	60	62	64	61	61
<b>Energi</b>							
Estimert mengde energi	MWh	676 871	696 346	738 342	735 790	660 456	671 890
Energi pr årsverk	kWh/årsverk	24 495	25 694	26 549	27 014	24 436	23 960
Energi pr forsvarsbudsjett	kWh/tusen kr	19,39	17,74	18,23	17,44	15,36	15,34
Energi pr forsvarsbudsjett indeks regulert ift. 2008	kWh/tusen kr	20,51	20,85	21,97	21,45	18,87	18,77
Energi pr kvm	kWh/m <sup>2</sup>	172	161	175	179	162	165
Andel fornybar energi	%	74	78	83	82	87	87
<b>Drivstoff</b>							
Total innrapportert mengde drivstoff i MDB	m <sup>3</sup>	89 886	82 915	92 347	97 526	96 187	85 298
Drivstofforbruk luftfartøy	m <sup>3</sup>	41 287	38 730	40 833	40 820	39 683	35 458
Drivstofforbruk fartøy	m <sup>3</sup>	40 501	36 771	44 109	48 944	48 881	42 939
Drivstofforbruk på militære kjøretøy	m <sup>3</sup>	4 466	4 006	4 870	4 681	5 280	4 338
Drivstofforbruk adm. kjøretøy og privatbil i tjeneste	m <sup>3</sup>	3 591	3 448	3 530	3 118	2 831	2 512 396
Antall flyvninger							
- Innenlands	antall	300 303	330 528	319 990	343 186	317 815	334 010
- Kort internasjonal	antall	8 367	13 257	15 424	19 148	30 787	30 999
- Lang internasjonal	antall	2 798	4 235	3 830	5 907	336	8 426
<b>Klimaregnskap</b>							
Estimert total mengde CO <sub>2</sub> -ekvivalenter	tonn			331 326	342 197	307 100	280 128
- Oppvarming/fyring	tonn			24 823	23 503	15 435	15 948
- Luftfartøy	tonn			103 532	107 357	101 597	90 699
- Fartøy	tonn			119 753	130 751	127 184	109 559
- Militære kjøretøy	tonn			18 933	12 966	14 002	11 767
- Administrative kjøretøy	tonn			9 292	8 340	6 673	6 633
Estimert total mengde NOx	tonn			2 432 391	2 186 351	2 027 047	1 766 939
- Fartøy	tonn			1 638	1 580	1 490	1 306
Estimert CO <sub>2</sub> -ekvivalenter fra flyreiser	tonn			32 263	34 970	28 892	32 020
<b>Ammunisjon</b>							
Antall ammunisjonsenheter ulevert	antall	28 750 681	31 345 209	32 657 385	28 015 484	22 759 582	21 660 366
Antall ammunisjonsenheter rapportert i MDB	antall	12 684 423	11 805 310	14 026 880	14 117 207	12 525 998	14 694 231
Estimert deponert mengde tungmetaller							
- Bly	kg	13 662	45 041	25 386	12 650	9 234	11 586
- Kobber	kg	60 810	70 845	67 714	54 261	58 374	51 992
- Antimon	kg	2 031	5 161	2 774	1 243	903	929
- Sink	kg	4 343	6 211	5 769	6 078	7 135	4 352
Rapporteringsgrad	%	44	38	43	50	55	68
<b>Vann</b>							
Total mengde vann rapportert i MDB	m <sup>3</sup>	2 802 341	2 707 862	2 577 395	2 612 064	2 732 850	2 282 515
Vann per årsverk	m <sup>3</sup> /årsverk	101	100	93	96	101	81
<b>Kjemikalier</b>							
Total mengde avisingskjemikalier registrert i MDB	kg	906 773	909 941	988 967	1 082 362	1 004 287	113 069

---

---

## 4 Konklusjon

Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap presenterer årlige tall og trender fra et utvalg miljøaspekter som er sentrale for en virksomhets samlede miljøprestasjon. Militær virksomhet er til dels svært energikrevende, kan medføre skader, forurensing og støy, og innebærer betydelige utslipp til luft. Det er derfor et krav at miljøpåvirkningen fra forsvarsvirksomheten skal dokumenteres i Forsvarsektorens miljødatabase. Database skal danne et datagrunnlag for å kunne identifisere og forbedre aspekter ved virksomheten som er problematiske i et miljøperspektiv. En fullstendig forståelse av *forsvar* må også inkludere forsvar og forvaltning av økosystemer og ressursgrunnlag. Denne sammenhengen gjør seg gjeldende både direkte som et forsvar av livsgrunnlaget for alle arter og indirekte i form av en sammenheng mellom ødelagte eller overbelastede økosystemer og konflikt. En forståelse av den samlede miljøprestasjonen må samtidig ta høyde for de operative forutsetninger og krav som ligger til grunn for å drive forsvarsvirksomhet på kort og lang sikt. Det er derfor helt sentralt å identifisere aspekter ved virksomheten der en redusert belastning på miljøet også ivaretar eller styrker den operative evnen. Dette kan for eksempel være energieffektiviseringstiltak, gjennomgang av rutiner og løsninger, og vurdering av miljøhensyn i anskaffelsesprosesser.

I 2015 ble det generert 16 437 tonn næringsavfall fra sektorens etableringer, hvorav 61 % ble kildesortert og 95 % gjenvunnet. Mengden avfall har dermed økt med 3 % sammenlignet med 2014 mens sorteringsgraden er lik. Kildesorteringen ivaretar helt eller delvis de materielle ressursene i avfallet, mens usortert blandet avfall blir brent og energiutnyttet. Det er et krav om minimum 65 % sortering i 2016. Det er stor variasjon i sorteringsgrad mellom etableringene og det vil være relevant å vurdere denne i arbeidet med å øke sorteringsgraden.

Det ble innrapportert et forbruk på ca. 14,7 millioner ammunisjonsenheter (eks. løssammisjon) i 2015, en økning i antall innrapporterte enheter på 15 % fra året før. Rapporteringsgraden var 68 %, mot 55 % i 2014. Det er et sterkt fokus i Forsvaret på å øke rapporteringsgraden mot 100 %. . Både de tekniske løsningene på DBL-750 og rutinene med oppfølging for personell må vurderes slik at rapporteringsgraden øker. I 2016 vil det gjennomføres videre forbedringer av DBL-750 for å forenkle registreringen av ammunisjonsforbruk.

Det samlede energiforbruket i forsvarssektoren omfatter både energi til oppvarming, belysning og strømforsyning på EBA i tillegg til framdrift og operasjon av mobile enheter. Energieffektiviseringstiltak på EBA er gjennomført over flere år jmfør FBs prosjekt Energiledelse fase II (2012-2016). Tiltakene har redusert og effektivisert forbruk av energi, og redusert andelen fossile energibærere. I 2015 ble det til sammen brukt 671,9 GWh, en økning på 2 % sammenlignet med 2014. Fornybarandelen ble beregnet til 87 % av det samlede forbruket. Bruken av fossile brensler til oppvarming av bygg i forsvarssektoren skal fases ut innen utgangen av 2018. Klimaforliket i 2012 fastsatte at alle statlige eiendomsaktører skal bygge med standard tilsvarende passivhusnivå fra og med 2015, og FB har innarbeidet dette i sine vurderinger. I 2015 ble blant annet det første nullenergi prosjektet, nytt administrasjonsbygg på Haakonvern, ferdigstilt. Energieffektivisering i bygg er både økonomisk og miljømessig

---

---

gunstig, og vil fortsette å være en sentral del av sektorens arbeid med å redusere miljøbelastningen.

Tilgangen på og forbruk av drivstoff til fartøy, luftfartøy og kjøretøy utgjør et nøkkelaspekt i forsvarssektoren og er essensielt i all operativ virksomhet på tvers av våpengrener. Kravene til operative egenskaper på militært materiell som kampfly, fregatter og pansrede kjøretøy medfører betydelig drivstofforbruk og krever pålitelige og forutsigbare energiteknologiske løsninger. I 2015 ble det til sammen forbrukt over 85 millioner liter drivstoff, som er en reduksjon på 12 % sammenlignet med 2014. Forbruket henger tett sammen med svingningene i aktivitet på materiell i Luftforsvaret og Sjøforsvaret. Energieffektivt materiell er helt sammenfallende med operative interesser, da energiforsyning utgjør en logistisk og ofte sikkerhetsmessig utfordring. Operative, økonomiske, og miljømessige aspekter vil derfor være sammenfallende i forhold til drivstofforbruk. Overgangen til et karbonnøytralt samfunn innebærer at også forsvarssektorens materiell må gjennomgå en teknologisk dreining mot lavutslippsløsninger. Tilgjengelige og modnende teknologier innenfor biodrivstoff, elektrisitet, batteri, brenselceller, i tillegg til en rekke drivstoff- og energibesparende strukturelle løsninger, bør være naturlige deler av sektorens miljøsatsing.

Forsvarssektorens samlede utslipp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter var 280 127 tonn i 2015. Dette er en reduksjon på 9 % sammenlignet med året før og henger særlig sammen med redusert drivstofforbruk på fartøy og luftfartøy. Utslippene av andre stoffer og partikler henger også sammen med sammensetningen av energibærere og på hvilke typer materiell disse benyttes.

Årets regnskap illustrerer en positiv utvikling i forhold til sektorens samlede miljøbelastning. Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap er imidlertid ikke altomfattende for forsvarssektorens miljøpåvirkning. Miljøregnskapet baserer seg i hovedsak på kvantitative data, mens sektorens aktiviteter i ulike miljø og økosystem vil ha sammensatte virkninger som ikke like enkelt kan fanges opp i en database. Miljødatabasen og regnskapet må også vurderes som et produkt under utvikling. Klimaregnskapet bør inneholde utslipp fra tilknyttede leverandører av transport- og andre tjenester, og det er et behov for å få oversikt over utslipp av fluorholdige gasser som benyttes i blant annet radarinstallasjoner. Oversikten over kjemikalieforbruk er mangelfull og har metodiske utfordringer. Miljøregnskapet skal reflektere forsvarssektorens samlede miljøpåvirkning, og er avhengig av innrapportering av data fra sektoren. Rapporteringsrutinene må forbedres, vedlikeholdes og standardiseres på en rekke områder for å sikre datakvaliteten, og til fulle utnytte MDB som et verktøy i miljøledelsesprosessen.

---

---

## Referanser

1. M. Christiansen, H. Ringnes, and K. Longva, *Forsvarets miljøregnskap for 2004*. FFI Rapport 2005/04023 (Ugradert), 2005.
2. M. Christiansen, et al., *Forsvarets miljøregnskap for 2005*. FFI Rapport 2006/01808 (Ugradert), 2006.
3. M. Christiansen, et al., *Forsvarets miljøregnskap for 2006*. FFI Rapport 2007/01349 (Ugradert), 2007.
4. T. Reistad, et al., *Forsvarssektorens miljøregnskap for 2007*, in *FFI Rapport 2008/00860 (Ugradert)*. 2008.
5. H. Ringnes, et al., *Forsvarssektorens miljøregnskap for 2008*. FFI Rapport 2009/00847 (Ugradert), 2009.
6. T. Reistad, et al., *Forsvarssektorens miljøregnskap for 2009*. FFI Rapport 2010/01060 (Ugradert), 2010.
7. H. Ringnes, et al., *Forsvarssektorens miljøregnskap for 2010*. FFI Rapport 2011/00452 (Ugradert), 2011.
8. H. Ringnes, et al., *Forsvarssektorens miljøregnskap for 2011*. FFI rapport 2012/00769, 2012.
9. T. Reistad, et al., *Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2012*. FFI Rapport 2013/01104 (Ugradert), 2013.
10. T. Reistad, et al., *Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2013*. FFI Rapport 2014/00712 (Ugradert), 2014.
11. E. Nybakke, et al., *Forsvarssektorens miljø- og klimaregnskap for 2014*. FFI Rapport 2015/00814 (Ugradert), 2015.
12. Stortingsmelding 1 (2007-2008), *Nasjonalbudsjettet 2008*. Finansdepartementet, 2008.
13. Energi- og miljøkomiteen, *Klimaforliket*. Innstilling til Stortinget nr. 145 fra energi- og miljøkomiteen (2007-2008), 2008.
14. Miljøverndepartementet, *Norsk klimapolitikk*. Stortingsmelding nr. 21 (2011-2012), 2012.
15. *Meld. Stort. 13 (2014-2015)*. Ny utslippsforpliktelse for 2030 - en felles løsning med EU Klima- og miljødepartementet, Editor. 2014.
16. Miljøverndepartementet, *Sammen for et giftfritt miljø - forutsetninger for en tryggere fremtid*. Stortingsmelding nr. 14 (2006-2007), 2006.
17. Forsvarsdepartementet, *Handlingsplan for miljøvern i Forsvaret*. Stortingsmelding nr. 21 (1992/1993), 1992.
18. Forsvarsdepartementet, *Handlingsplan. Forsvaret og miljøvern - utfordringer fremover*. 1998.
19. Forsvarsdepartementet, *Handlingsplan (2003-2006) - Forsvarets miljøvernarbeid*. 2003.
20. Forsvarsdepartementet, *Retningslinjer for Forsvarssektorens miljøstyring*. 2015.
21. Standard Norge, *NS-EN ISO 14001:2004 Miljøstyringssystemer*. 2012.
22. Gustavson, E., *Bestemmelse om miljøstyring*. 2015, Forsvarsstaben.
23. Forsvarsdepartementet, *"Et forsvar for vår tid" - Iverksettelsesbrev til forsvarssektoren for langtidsperioden 2013-2016*. 2012.
24. Miljødirektoratet, *Prioritetslisten*. 2015.
25. T. Reistad, et al., *Forsvarssektorens miljødatabase (MDB), Brukerstøtte for personell med miljøansvar*. 2014.
26. Standard Norge, *NS 9431:2011 Klassifikasjon av avfall*. 2011.

- 
27. Statistisk Sentralbyrå. *Avfall frå hushalda*. 2014; Available from: <http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfkomm/aar>.
  28. Retursamarbeidet LOOP. *Avfallspyramiden*. 2014; Available from: <http://www.loop.no/avfallspyramiden/>.
  29. Sparling, D.W., et al., *Toxicity of white phosphorus to waterfowl: Acute exposure in mallards*. *Journal of Wildlife Diseases*, 1997. **33**(2): p. 187-197.
  30. *Oversending av tillatelse etter forurensingsloven. Brev av 18.03.2005*, S. forurensingstilsyn, Editor.
  31. Strømseng, A.E. and A.M. Johnsen, *Miljøoppfølging av nedslagsområder for røykgranater fylt med hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet - overvåkingsresultater for 2012 og 2013*. FFI rapport 2014/01441, 2014.
  32. Strømseng, A.E. and A.M. Johnsen, *Miljøoppfølging av skyting med granater som inneholder hvitt fosfor i Regionfelt Østlandet - overvåkingsresultater for 2009 og 2010*. FFI rapport 2011/01459, 2011.
  33. Karsrud, T.E. and A.M. Johnsen, *Overvåking og risikovurdering av hvitt fosfor-rester i Regionfelt Østlandet - Prøvetaking 2015*. FFI Rapport 16/00589, 2016.
  34. European Environmental Agency, *Towards efficient use of water resources in Europe (Report no 1)*. 2012.
  35. Statistisk Sentralbyrå. *Kommunal vannforsyning*. 01/04/2015]; Available from: [http://www.ssb.no/vann\\_kostra](http://www.ssb.no/vann_kostra).
  36. Data 360. *Water per capita per day*. 01/04/2015]; Available from: [http://www.data360.org/dsg.aspx?Data\\_Set\\_Group\\_Id=757](http://www.data360.org/dsg.aspx?Data_Set_Group_Id=757).
  37. Forsvaret, *Handlingsplan for Forsvarets miljøvernarbeid 2011-2012*. 2010.
  38. Fay, L. and X. Shi, *Environmental impacts of Chemicals for snow and ice control: state of the knowledge*. *Water, Air & Soil Pollution*, 2012. **223**: p. 2751-2770.
  39. Miljødirektoratet. *Forsvaret må stanse brannskum-forurensning*. 2015; Available from: <http://www.miljodirektoratet.no/>.
  40. Forsvaret, *Årsrapport 2015*. 2016.
  41. Forsvarsbygg, *Forsvarsbyggs miljøstrategi - Våre miljøambisjoner for 2025 og miljømål for 2016*. 2012.
  42. International Energy Agency, *CO2 emissions from fuel combustion*. 2015.
  43. Statistisk Sentralbyrå. *Utenrikshandel med varer*. [cited 2016 16.04]; Available from: [www.ssb.no/utenriksokonomi](http://www.ssb.no/utenriksokonomi).
  44. Sjursen, Å. *Vil kutte 6000 tonn CO2 årlig*. 2016 03.05.16]; Available from: <http://www.forsvarsbygg.no/Arkiv/2016/Vil-kutte-6000-tonn-CO2-årlig>.
  45. Kalkuler.com. *Hva er drivstofforbruket på din bil?* 2014 01/04/2015]; Available from: <http://www.kalkuler.com/kalkulatorer/div>.
  46. Statistisk Sentralbyrå. *Registrerte kjøretøy, 2015*. 2016 04.04.2016]; Available from: <http://www.ssb.no/bilreg>.
  47. Miljødirektoratet, *Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020*. 2010.
  48. Forsvarsdepartementet, *"Et forsvar for vår tid" - Iverksettelsesbrev til forsvarssektoren for langtidsperioden 2013-2016*. 2012.
  49. Working Group 1, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. 2013, Intergovernmental Panel on Climate Change.
  50. Statistisk Sentralbyrå, *The Norwegian Emission Inventory 2014. Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants.*, T. Sandmo, Editor. 2014.



- 
- 
51. Statistisk Sentralbyrå. *Fjernvarme, 2014*. [cited 2016 16.04]; Available from: [www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme](http://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme).
  52. Winther, M. and K. Rypdal, *EMEP/EEA emission inventory guidebook*. 2013.
  53. Hill, N., et al., *2015 GHG conversion factors for company reporting: methodology paper for emission factors*, D.o.e.a.c. change, Editor. 2015.
  54. Statistisk Sentralbyrå. *Syreekvivalenter*. 26.04.2016]; Available from: [www.ssb.no/ajax/ordforklaring?key=90918](http://www.ssb.no/ajax/ordforklaring?key=90918).
  55. Myhre, O., et al., *Teknologiske løsninger for energi- og miljøeffektivisering i forsvarssektoren*. 2012, Forsvarets forskningsinstitutt.
  56. Wright, A.A., *Exhaust emissions from combustion machinery*. MEP Series. Vol. 3. 2000: Institute of marine engineers.
  57. Martinez, D.P., *Statement of compliance*. 2004, Navantia: Cartagena.
  58. Thonstad, O., *Avgassmålinger om bord på KNM "Rauma"*. 2008, Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt.
  59. *Air emissions guide for air force mobile sources*. 2013, Air Force Civil Engineer Center: Lackland AFB, Texas.
  60. Rindlisbacher, T., *Guidance on the determination of helicopter emissions* 2009, Federal office of civil aviation FOCA: CH-3003 Bern.
  61. Myhre, O., et al., *Development of environmental performance indicators supported by an environmental information system: Application to the Norwegian defence sector*. Ecological Indicators, 2013. **29**: p. 293-306.

## About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

### FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

### FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

### FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

## Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

### FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

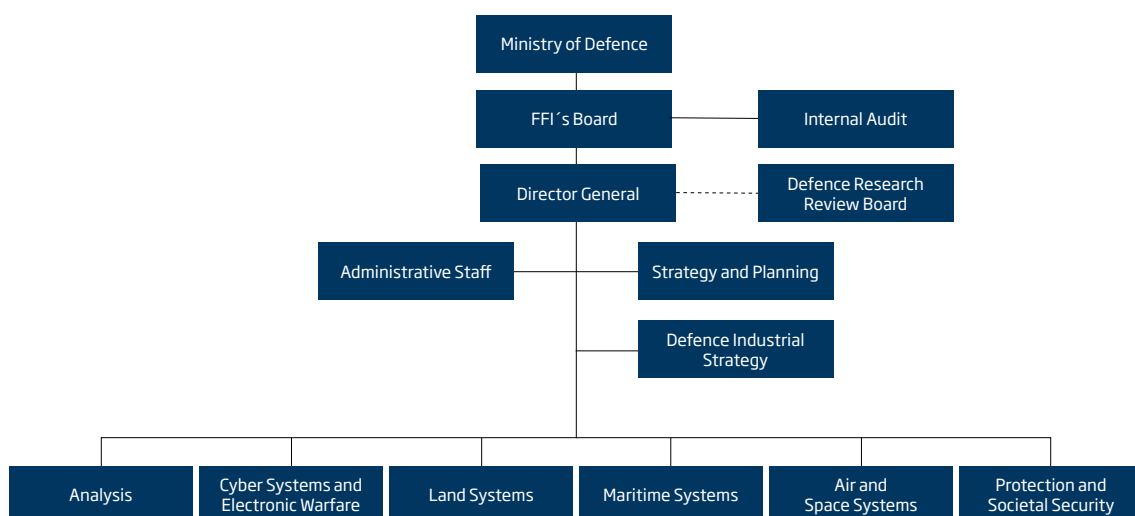
### FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

### FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

## FFI's organisation



**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Postboks 25  
2027 Kjeller

Besøksadresse:  
Instituttveien 20  
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00  
Telefaks: 63 80 71 15  
Epost: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)

**Norwegian Defence Research Establishment (FFI)**  
P.O. Box 25  
NO-2027 Kjeller

Office address:  
Instituttveien 20  
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00  
Telefax: +47 63 80 71 15  
Email: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)