

Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışması için Temel Emisyon Envanteri ve Gelecek Yıl Projeksiyonları

Paula Fields Simms ve Marty Wolf Eastern
Research Group, Inc.
8950 Cal Center Drive, Suite 325, Sacramento, CA 95826 paula.fields@erg.com

Mike Pring, Richard Billings, Regi Oommen ve Darcy Wilson
Eastern Research Group, Inc.
1600 Perimeter Park Drive, Suite 200, Morrisville, NC 27560

Dr. Heather Crowley ve Virginia Raps
ABD İçişleri Bakanlığı
Okyanus Enerji Yönetimi Bürosu, Alaska OCS Bölgesi 3801
Centerpoint Drive, Suite 500
Anchorage, AK 99503
heather.crowley@boem.gov

ÖZET

Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu (BOEM), Alaska Dış Kıta Sahanlığı'nda (OCS) açık deniz petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretiminin yanı sıra kıyıya yakın eyalet sularındaki ve ilgili kara faaliyetlerinin hava kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Bu değerlendirme için BOEM, Alaska'nın Kuzey Yamacı'nda bulunan etkili kaynakların aşağıdan yukarıya bir emisyon envanterinin geliştirilmesi, ayrıntılı meteorolojik veri setlerinin değerlendirilmesi ve uzak ve yakın alan fotokimyasal ve atmosferik dağılım modellemesinin yapılması dahil olmak üzere Arktik Hava Kalitesi Etki Değerlendirme Modelleme Çalışmasına sponsorluk yapmaktadır.

Bu rapor, hava kalitesi modellemesinde kullanılmak üzere mevcut durum ve öngörülen emisyon envanterlerinin geliştirilmesine ilişkin ayrıntılar sunmaktadır. Açık deniz ve kara petrol/gaz üretiminden, Kuzey Yamaç topluluklarında bulunan sabit kaynaklardan, karayolu motorlu taşıtlarından, karayolu dışı ekipmanlardan, deniz araçlarından ve havaalanlarından kaynaklanan kriter hava kirleticilerinin, sera gazlarının ve tehlikeli hava kirleticilerinin emisyonları tahmin edilmiştir. Gelecekte Kuzey Yamacı'nda gerçekleştirilecek petrol ve gaz üretim faaliyetlerinin potansiyel artış seviyelerine dayalı olarak gelecekte gerçekleşmesi makul olarak beklenebilecek emisyonlar da tahmin edilmiştir. Sonuçlar, emisyonların belirlenen protokole göre tahmin edildiğinden emin olmak için BOEM ve bir Bilim İnceleme Grubu aracılığıyla incelenmiştir. Sonuçlar, kriter hava kirleticilerinin ve sera gazlarının çoğunun hem mevcut durum hem de öngörülen emisyon envanterlerinde karadaki petrol ve gaz üretim kaynakları tarafından salındığını göstermiştir.

Hava kalitesi fotokimyasal ve atmosferik dağılım modellerinde kullanılmak üzere emisyonları mekansal ve zamansal olarak tahsis etmek için mekansal vekillerin yanı sıra zamansal profiller de dahil olmak üzere CBS veri setleri şu anda geliştirilmektedir.

GİRİŞ

İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerji Yönetimi Bürosu (BOEM), Anchorage, Alaska'daki Alaska Dış Kıta Sahanlığı Bölge Ofisi (AOCSR), OCS Arazileri Yasası kapsamında Alaska Dış Kıta Sahanlığı'ndaki (OCS) petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretim faaliyetlerinin yönetiminden ve Ulusal Çevre Politikası Yasası (NEPA) uyarınca bu faaliyetlerden kaynaklanan potansiyel çevresel etkilerin değerlendirilmesinden sorumludur. Buna ek olarak, AOCSR

Alaska'nın North Slope Borough (NSB) bölgesine bitişik Chukchi Denizi ve Beaufort Denizi OCS Planlama Alanlarında açık deniz petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretimi ile ilgili faaliyetlerden kaynaklanan hava emisyon kaynaklarının düzenlenmesinden sorumludur.

BOEM, Alaska OCS'de ve kıyıya yakın eyalet sularında (kıyıdan 3 deniz mili içinde) petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretiminden ve ilgili kıyı faaliyetlerinden kaynaklanan potansiyel hava kalitesi etkilerini değerlendirmede BOEM'e yardımcı olmak için Arktik Hava Kalitesi Etki Değerlendirme Modelleme Çalışmasına (Arktik AQ Modelleme Çalışması) sponsorluk yapmaktadır. Çalışma iki önemli süreci bilgilendirecektir:

- **Ulusal Çevre Politikası Yasası (NEPA) Çevresel Etki Hava Kalitesi Değerlendirmeleri.** Bugüne kadar Arktik bölgesi için geliştirilen emisyon ve meteorolojik verilerin çoğu projeye özeldir. Arctic AQ Modelleme Çalışması, NEPA kapsamında çevresel etki değerlendirmelerini desteklemek için kapsamlı bir emisyon envanteri, tutarlı meteorolojik veri seti ve hava dağılım analizi ile kapsamlı bir hava kalitesi analizi sağlayacaktır.
- **Emisyon Muafiyeti Eşik Değerlendirmesi.** Arktik AQ Modelleme Çalışması, açık deniz petrol ve gaz faaliyetlerinin kara hava kalitesi üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini değerlendirmek için kullanılan eşik değerlerini tahmin etmeye yönelik mevcut yöntemleri değerlendirecek ve gerekirse iyileştirmeler önerecektir.

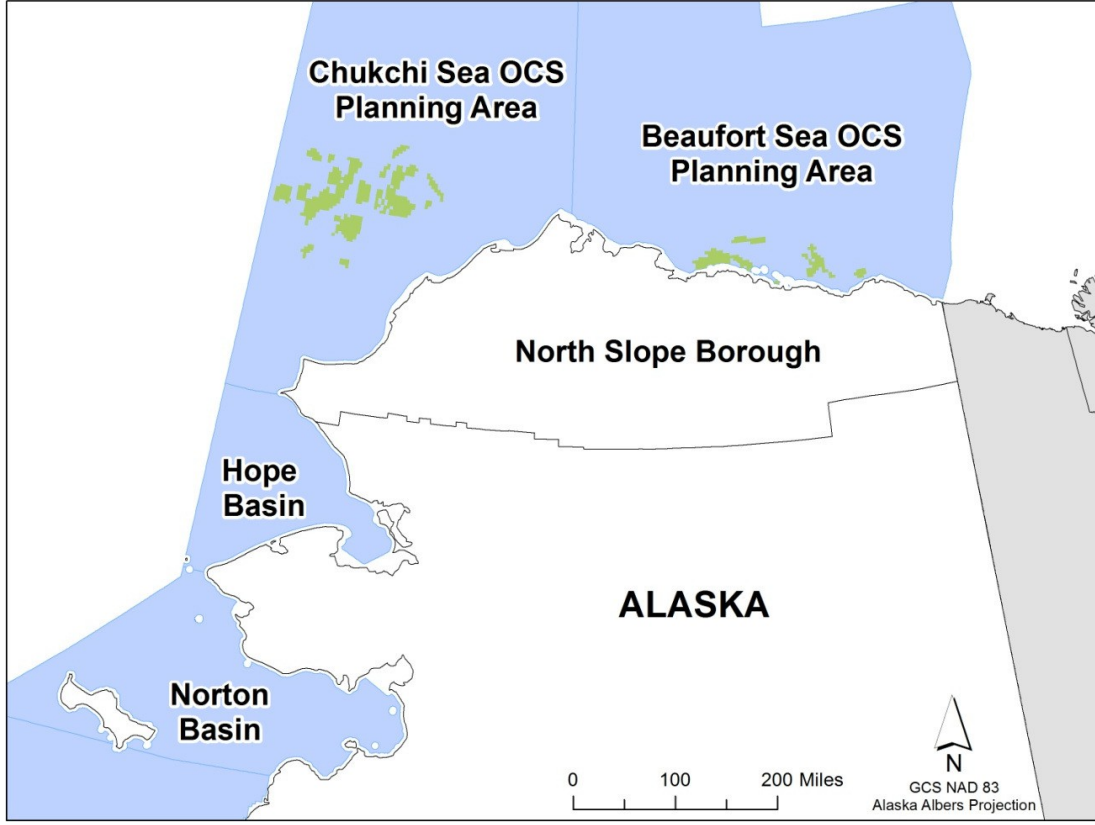
Buna ek olarak, Arktik AQ Modelleme Çalışması, çalışma alanındaki emisyon kaynakları hakkında gelişmiş ve birleştirilmiş bilgiler sağlayacak, bu bilgileri halka yayacak ve çeşitli çevresel adalet girişimlerini bilgilendirecektir.

Kuzey Kutbu Hava Kalitesi Modelleme Çalışmasının ilk adımlarından biri ve sonraki hava kalitesi modelleme analizlerini desteklemek üzere, Kuzey Yamaç bölgesini ve Beaufort Denizi ve Chukchi Denizi Planlama Alanlarının bitişik sularını kapsayan çalışma alanındaki emisyonları doğru bir şekilde tahmin eden kapsamlı bir hava emisyonları envanteri geliştirmektir (bkz. Şekil 1). Bu emisyon envanteri, bu makalede sunulan bilgilerin temelini oluşturmaktadır.¹

Emisyon envanterinin kapsamı aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- **Temel** - en yeni, güvenilir ve inanılır bilgilerin mevcut olduğu yıl. Mümkün olduğu ölçüde 2012 verileri kullanılmış, ancak bunlar bazen diğer yıllara ait verilerle (2011 ve 2013 dahil) desteklenmiştir.
- **Gelecek senaryosu** - makul ölçüde öngörülebilir olan ve uzun bir süre devam etmesi beklenen gelecek yıl kaynakları ve faaliyetleri. Öngörülen (gelecek yıl) emisyonlar, Kuzey Kutbu OCS'de gelecekteki potansiyel petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretim faaliyetlerinden beklenen etkilerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere tahmin edilmiştir. ERG, gelecekteki emisyonları, BOEM tarafından sağlanan bilgi ve rehberliğe dayanarak, öngörülen açık deniz faaliyetlerinin "tamamen inşa edildiği" gelecekteki bir yıl için öngörmüştür (BOEM, 2014a). ERG yıllık emisyonları (yani mevcut ve gelecekteki emisyonları) tahmin etmiş ve hava kalitesi modellemesinde kullanılmak üzere zamansal profiller geliştirmiştir.
- **Kirleticiler** - hava kalitesi, sağlık ve görünürlük sorunlarına katkıda bulunan hava kirleticileridir: kriter hava kirleticileri (CAP'ler) ve öncüler; tehlikeli hava kirleticileri (HAP'ler, Temiz Hava Yasası, Başlık III tarafından tanımlandığı gibi); sera gazları (karbondioksit [CO₂], metan [CH₄], azot oksit [N₂O], kükürt hekzaflorür [SF₆], hidroflorokarbonlar [HFC'ler] ve perflorokarbonlar [PFC'ler]); hidrojen sülfür (H₂S); ve amonyak (NH₃).

Şekil 1. Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışmasının yeri de dahil olmak üzere OCS Planlama Alanlarını Gösteren Bölgesel Harita (Şu anda kiralanmış alanlar yeşil renkle gösterilmiştir.) Veri Kaynağı: Referans 2



- **Kaynaklar** - North Slope topluluklarında ve petrol sahalarında bulunan sabit kaynaklar, karayolu motorlu taşıtları, karayolu dışı ekipmanlar, deniz araçları ve diğer açık deniz (petrol ve gazla ilgili) kaynakları (yani, hem OCS hem de eyalet sularında kıyıya yakın), Trans Alaska Boru Hattı Sistemi (TAPS) ve havaalanları dahil olmak üzere envanter alanı içinde faaliyet gösteren kaynaklar. Ayrıca, Dalton Otoyolunun asfaltlı ve asfaltsız kısımlarından ve topluluklarda ve petrol sahalarında bulunan diğer yollardan kaynaklanan toz da dahil olmak üzere, diğer kaynaklardan kaynaklanan emisyonlar hava kalitesi konsantrasyonları üzerindeki potansiyel etkilerine göre tahmin edilmiştir. Tablo 1, Arktik AQ Modelleme Çalışması emisyon envanterine dahil edilen kaynak gruplarını ve kategorilerini ve ilgili hava kirleticilerini listelemektedir. Biyogenik kaynaklardan kaynaklanan emisyonların (örneğin topraktan kaynaklanan NO_x; petrol sızıntıları ve orman yangınları gibi jeojenik kaynaklar) bu çalışmanın gelecekteki bir aşamasında tahmin edileceğini unutmayın.
- **Etki alanı** - emisyon kaynaklarının bulunduğu coğrafi alan. Arktik AQ Modelleme Çalışması emisyon envanteri için etki alanı, Chukchi ve Beaufort Denizleri, kıyıya yakın devlet suları (kıyıdan 3 deniz mili içinde) ve NSB dahil olmak üzere Arktik OCS'yi kapsar.

Tablo 1. BOEM Arktik AQ Modelleme Çalışması Emisyon Envanterine dahil edilen kaynaklar.

Grup ve Kategori		CAP'ler	HAP'lar	Sera Gazları	H ₂ S	NH ₃
Açık Deniz Petrol ve Gaz Faaliyetleri	Sismik araştırma ve tedarik gemileri	✓	✓	✓		✓
	Sismik destek helikopterleri	✓	✓	✓		
	Buz üstü sismik araştırma ekipmanı	✓	✓	✓		✓
	Keşif sondajı - sondaj gemileri, krikolar	✓	✓	✓		✓
	Keşif sondajı - filo destek gemileri	✓	✓	✓		✓
	Platform inşaatı ve destek gemileri	✓	✓	✓		✓
	Ada inşaat ve destek gemileri	✓	✓	✓		✓
	Üretim platformu operasyonu	✓	✓	✓		✓
	Platform desteği - tedarik ve destek gemileri	✓	✓	✓		✓
	Platform desteği - helikopterler	✓	✓	✓		
	Boru döşeme ve destek gemileri	✓	✓	✓		✓
Offshore - Diğer	Ticari deniz araçları	✓	✓	✓		✓
	Araştırma gemileri	✓	✓	✓		✓
Kıyı Petrol ve Gaz Sahaları	Sismik araştırma ekipmanları	✓	✓	✓		✓
	Sondaj/keşif	✓	✓	✓	✓	
	Kuyu pedleri		✓		✓	
	İşleme tesisleri, toplama merkezleri vb.	✓	✓	✓	✓	
	Destek (enjeksiyon, deniz suyu arıtma)	✓	✓	✓	✓	
Havaalanları	Uçaklar ve helikopterler	✓	✓	✓		✓
	Yer destek ekipmanları	✓	✓	✓		✓
TransAlaska Boru Hattı Sistemi	Pompa istasyonları (1-4)	✓	✓	✓		✓
	Yol devriye araçları	✓	✓	✓		✓
	Hava gözetleme uçakları	✓	✓	✓		✓
	TAPS kaçakları	✓	✓	✓	✓	
	Doğal gaz tedarik hattı kaçakları	✓	✓	✓	✓	
	Pigging işlemleri	✓	✓	✓	✓	
	Boru hattı değişimi, onarımı	✓	✓	✓		✓
Karada Petrol ve Gaz Dışı Faaliyetler	Enerji santralleri	✓	✓	✓		✓
	Endüstriyel/ticari/kurumsal/konut yakıt yanması	✓	✓	✓		✓
	Karayolu motorlu taşıtları	✓	✓	✓		✓
	Karayolu dışı mobil kaynaklar	✓	✓	✓		✓
	Yol tozu	✓				
	Atık yakma	✓	✓	✓		✓
	Atık su arıtma	✓				
	Yakıt dağıtımı	✓	✓	✓		
	Enerji santralleri	✓	✓	✓		✓
	Endüstriyel/ticari/kurumsal/konut yakıt yanması	✓	✓	✓		✓
Dökülmeler	OCS boru hattı sızıntıları	✓	✓	✓		✓
	Platform dökülmeleri	✓	✓	✓		✓

YÖNTEM - TEMEL EMİSYON ENVANTERİ

Temel emisyon envanteri, bir yıl boyunca Chukchi ve Beaufort Denizleri, kıyıya yakın devlet suları (kıyıdan 3 deniz mili içinde) ve NSB dahil olmak üzere Arktik OCS'de faaliyet gösteren kaynaklardan kaynaklanan hava emisyonlarını temsil eder. Temel emisyon envanteri genel olarak 2012 verileri kullanılarak geliştirilmiştir, ancak kapsamlı bir envanter derlemek için diğer yıllara ait verilerin de kullanılması gerektiğinden, ilk yıllık envanter "temel" emisyon envanteri olarak da anılmaktadır.

Açık Deniz Kaynakları

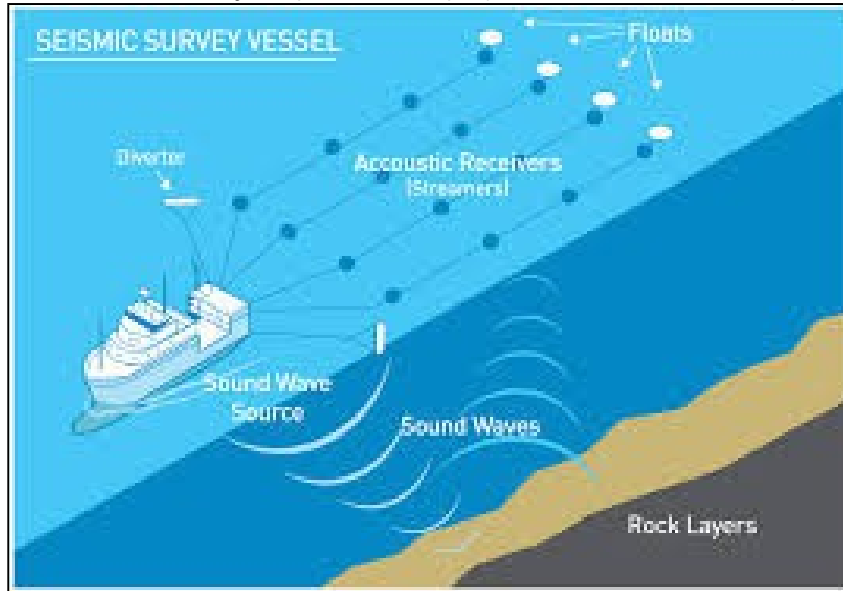
Açık deniz faaliyetleri 2012 yılında petrol ve gaz sismik araştırmalarını, keşif sondajlarını ve malzeme ve personel transferi için araştırma gemilerini ve keşif sondaj kulelerini ziyaret eden destek helikopterlerini içeriyordu. Ayrıca, bu süre zarfında Beaufort ve Chukchi Denizlerinde ticari denizcilik ve araştırma gemileri faaliyet göstermiştir, ancak bunlar doğrudan petrol ve gaz arama ile ilgili değildir. Gemi emisyonlarını tahmin etmek için kullanılan yöntem, faaliyet verilerini uygun Sera gazları, Düzenlenmiş Emisyonlar ve Ulaşımında Enerji Kullanımı (GREET) modeli deniz aracı emisyon faktörlerine³ ve HAP türleşme profillerine uygulamaktır.⁴ Helikopter ve uçak iniş ve kalkış (LTO) emisyonlarını tahmin etmek için ERG, Federal Havacılık İdaresi'nin (FAA) Emisyon ve Dağılım Modelleme Sistemlerini (EDMS) kullandı.⁽⁵⁾ Emisyonları tahmin etmek için kullanılan faaliyet verileri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Sismik Araştırma Operasyonları

Sismik araştırmalar Kuzey Kutbu'nda petrol taşıyan tabakaların olası konumlarını değerlendirmek (sismik araştırma), inşa edilen yapılara yönelik jeolojik riski değerlendirmek (jeolojik tehlike araştırmaları) ve platform tasarımı ve inşası için deniz tabanı verileri sağlamak (jeoteknik araştırmalar) için kullanılır. Temel emisyon envanterine yalnızca sismik araştırma gemileri dahil edilirken, öngörülen envantere her üç tür de dahil edilmiştir. Çoğu araştırma gemisi türü, deniz tabanından yansıyan ve geminin arkasına çekilen bir dizi akustik alıcı (hidrofon) tarafından alınan bir ses dalgası üreten bir hava tabancası ile donatılmıştır (Şekil 2).⁶ Sismik sondajlardan elde edilen sonuçlar, jeolojik tabakalarda petrol varlığına ve keşif sondajı için olası alanlara işaret edebilecek yoğunluk anomalilerini belirlemek için haritalandırılır.

Şekil 2. Tipik sismik araştırma. Tipik sismik araştırma.

PG&E'den çevrimiçi görüntü: 3D Yüksek Enerji Araştırması Nasıl Çalışır? © İzin alınarak kullanılmıştır.



Araştırma gemisi emisyon envanteri, ilgili destek gemileri için tahminleri içerir. Destek gemileri buz kırıcılar ve keşif gemileridir. Buz kırıcılar, güzergah boyunca buzı kırmak için sismik araştırma gemisinin önünde hareket eder. Gözcü gemileri daha küçük gemilerdir ve buz örtüsü veya başta balinalar olmak üzere deniz yaşamının yeri konusunda uyarıda bulunmak için sismik araştırma gemisinin önünde hareket ederler.

Araştırma gemisi faaliyeti, gemi güç değerleri, çalışma saatleri ve uygun yük faktörlerinden elde edilen kilovat saat (kW-saat) cinsinden tanımlanmıştır. Kuzey Kutbu'nda 2012 yılında gerçekleştirilen sismik araştırmaları belirlemek için internet aramaları yapılmıştır. Bu aramalar sonucunda hem Çukçi hem de Beaufort Denizlerinde gerçekleştirilen bir sismik araştırma projesi tespit edilmiştir: ION Jeofizik Sismik Araştırması.⁷Sismik araştırma 2012 yılında 76 günlük bir süre zarfında gerçekleştirilmiş ve Beaufort Denizi ile Çukçi Denizinin küçük bir bölümünde belirli alanlara odaklanmıştır. Emisyonlar, faaliyet verilerine ve yük faktörlerine emisyon faktörleri ve HAP türleşme profilleri uygulanarak tahmin edilmiştir.

Keşif Sondajı

2012'de her iki denizde de sondaj kuleleri, destek gemileri, buz kırıcılar, petrol sızıntısı müdahale gemileri ve helikopter desteği ile donatılmış iki ekip kullanılarak Chukchi Denizi'nde 53 gün ve Beaufort Denizi'nde 29 gün süreyle keşif sondajı yapılmıştır. Sondaj kuleleri tipik olarak çamur pompaları, jeneratörler, çekme işleri, kompresörler ve tahrik motorları gibi birden fazla emisyon kaynağı içerir. Emisyon envanteri, BOEM tarafından sağlanan verilere ve Shell Gulf of Mexico Inc. tarafından BOEM'e sunulan keşif amaçlı sondaj planlarına dayanarak, Kuzey Yamacı kıyılarındaki bir sondaj kulesinde tipik olarak çalışan tüm emisyon kaynaklarına ilişkin tahminleri içermektedir^{8,9}ERG, Shell tarafından BOEM'e sunulan Keşif Planına⁹ve Shell tarafından DOI'ye sunulan bir rapora¹⁰dayanarak, Beaufort ve Chukchi Denizlerindeki operasyonlar için motor özellikleri (kW güç değeri) ve tahmini çalışma saatleri dahil olmak üzere gemi ve destek filosu bilgilerini derlemiştir. Emisyonlar, faaliyet verilerine ve yük faktörlerine emisyon faktörleri ve HAP türleşme profilleri uygulanarak tahmin edilmiştir. Yukarıda belirtildiği gibi, sondaj operasyonları personel ve ekipman transferleri için helikopterleri ve yaban hayatı izleme için uçakları da içermektedir. Emisyonlar havalimanındaki LTO'lar (karadaki emisyon tahminlerinde), sondaj gemilerindeki LTO'lar ve havalimanları ile sondaj gemileri arasındaki seyir kısmı ile ilişkilendirilmiştir. Emisyonlar FAA'nın EDMS'i kullanılarak hesaplanmıştır.⁵

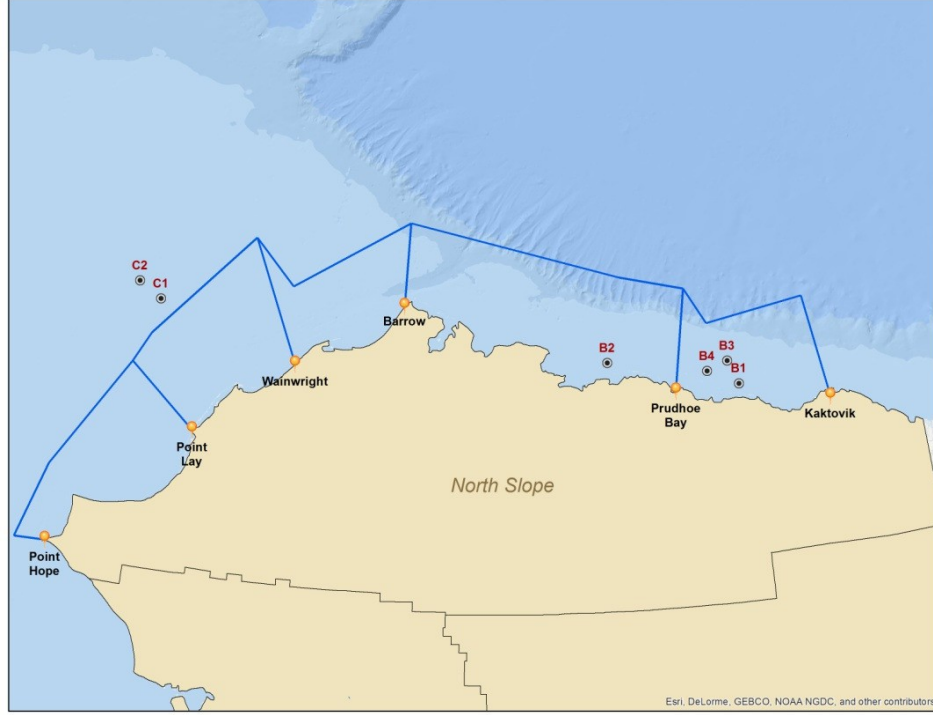
2012 yılında hiçbir açık deniz üretim platformu, platform veya boru hattı inşaat faaliyeti ve jeolojik tehlike veya jeoteknik araştırma yapılmamıştır.

Ticari Deniz Araçları

Emisyon envanteri, sismik araştırma operasyonları ve keşif sondajlarına ek olarak petrol/gazla ilgili olmayan açık deniz kaynaklarını da içermektedir. North Slope topluluklarına uçakla gönderilemeyecek kadar ağır olan kargo ve malzemeler ticari deniz araçlarıyla (CMV) taşınmaktadır. Bu sevkiyatlar, seyrüseferin mümkün olduğu açık su döneminde (genellikle Temmuz'dan Ekim'e kadar) gerçekleşmektedir. Kuzey Yamacı'ndaki limanlar nispeten sığ olduğundan, CMV filosu sığ su çekimli gemiler veya römorkörler ve mavnalardan oluşmaktadır. CMV faaliyet verileri kW-saat cinsinden tanımlanmış ve gemi güç derecesi, çalışma saatleri ve uygun yük faktörlerinden türetilmiştir. Temmuz-Ekim 2012 dönemine ait Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) verileri Alaska Deniz Borsası'ndan (MEA) 7 North Slope limanı için 29 gemiye ait olarak alınmıştır.¹¹Gemi güç değerleri çoğu gemi için IHS Register of Ships'ten alınmıştır.¹²Emisyonlar GREET Kategori 2 Tier III deniz aracı emisyon faktörlerine göre tahmin edilmiştir.³CMV emisyonları, AIS konum verileriyle ilişkili olarak Şekil 3'te belirtilen en yakın nakliye şeritlerine mekansal olarak tahsis edilmiştir.

Şekil 3. ABD Ordusu Mühendisler Birliği nakliye şeritleri ve Kuzey Yamacı açıklarındaki geliştirme sahaları (C1, C2, B1, B2, B3 ve B4).

Veri Kaynağı: Referans 13



Araştırma Gemileri

Arktik Konseyi, ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) ve Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) gibi çeşitli kuruluşlar, oşinografik araştırmalar yapmak ve balık ve memeli popülasyonlarındaki değişiklikleri izlemek için North Slope kıyılarında araştırma gemileri işletmektedir. Bu gemiler Kategori 2 veya 3 tahrik motorları ve Kategori 1 yardımcı motorlarla donatılmıştır.

Araştırma gemisi faaliyet verileri, gemi güç derecesi, çalışma saatleri ve uygun yük faktörlerinden elde edilen kW-saat cinsinden tanımlanmıştır.¹⁴2012 yılında aktif olan araştırma projelerini belirlemek için internet aramaları yapılmıştır. Birleşik Devletler Sahil Güvenliği (USCG) 2012 yılında Beaufort ve Chukchi Denizlerinde gerçekleşen projelerin en kapsamlı listesini sağlamıştır.¹⁵USCG verileri gemi adlarını, başlangıç ve bitiş tarihlerini ve her projenin yerini içermektedir. Emisyonlar, 2012 yılı faaliyet verilerine dizel deniz emisyon faktörleri ve HAP türleşme profilleri uygulanarak tahmin edilmiştir.

Kıyı Kaynakları

Açık deniz kaynaklarına ek olarak, emisyon envanteri Kuzey Yamacı bölgesi ve Beaufort Denizi ve Chukchi Denizi Planlama Alanlarının bitişik sularındaki kara emisyon kaynaklarına ilişkin tahminleri de içermektedir. Bu kaynaklar arasında North Slope petrol ve gaz sahalarının yanı sıra yakındaki sekiz köyde ve North Slope'un başka yerlerinde bulunan kara kaynakları (örneğin havaalanları, TransAlaska Boru Hattı Sistemi, petrol ve gazla ilgili olmayan sabit ve mobil kaynaklar) yer almaktadır.

Sismik Araştırma Ekipmanları

Kuzey Yamacı'ndaki kara petrol ve gaz sahalarındaki emisyon kaynakları, hem petrol hem de gaz arama ve üretimiyle ilişkili cihazları ve faaliyetleri içerir. Petrol ve gaz şirketleri keşif amaçlı sondaj yapmadan önce tipik olarak jeolojik ve jeofizik (G&G) keşifler yapacaktır. Bu keşif faaliyetleri deniz buzı üzerinde veya karada gerçekleşirse, bu şirketler sismik araştırma ekipmanı kullanacaktır. Alaska Petrol ve Gaz Departmanı'ndan kara bazlı G&G izinlerine ilişkin bilgi alınamamıştır, bu nedenle 2012 yılında herhangi bir kara bazlı G&G çalışması yapıp yapılmadığı net değildir. Bu belirsizlik göz önüne alındığında ERG, 2012 yılında hem buz hem de kara bazlı faaliyetleri içeren en son aktif K&G iznine benzer kapsam ve büyüklükte bir K&G projesinin gerçekleştiğini varsaymıştır.¹⁶İzin, çeşitli diğer destek ekipmanlarına (örneğin, uzun mesafeli yakıt traktörleri, uzaktan yakıt sağlayıcılar, su yapıcılar, yakma fırınları, ikmal ve hayatta kalma kızıakları, traktörler, yükleyiciler) ek olarak 12 vibroseis aracının (yani "thumper truck") çalıştığını varsaymıştır. Toplam 477.000 galon ultra düşük kükürtlü dizel (ULSD) yakıt (106 gün için 4.500 galon) kullanılacağı varsayılmıştır. BOEM G&G izninde olduğu gibi, emisyonlar 477.000 galonluk ULSD miktarı ile EPA WebFIRE emisyon faktörleri birleştirilerek tahmin edilmiştir.¹⁷

Keşif Sondajı

Karada petrol ve gaz arama sondajından kaynaklanan emisyonlar, sondaj kulesi motorlarında, ısıtıcılarda ve sondaj kulesinde kullanılan kazanlarda kullanılan yakıtın yanması ve kuyu tamamlama sırasında sıvı geri akışından kaynaklanır. Karadaki petrol ve gaz arama sondaj kulelerinde yakıtın yanmasından kaynaklanan emisyonlar, sondaj kulesi motorlarında, ısıtıcılarında ve kazanlarında dizel yakıt yakıldığında ortaya çıkar. Alaska Çevre Koruma Departmanı (ADEC) izin programında sondaj kulesi faaliyetlerini kapsamaktadır ve North Slope sondaj kulesi filosu için hava emisyonu verileri hava izni başvuruları ve izinleri aracılığıyla mevcuttur. North Slope sondaj filosunu kapsayan iki ana izin bulunmaktadır: ConocoPhillips'in Kuparuk Taşınabilir Sondaj Makinaları izni ve BPXA'nın Taşınabilir Sondaj Makinaları izni. Bu izinler, Kuzey Yamacı'nda faaliyet göstermesine izin verilen belirli kuleleri ve sondaj şirketlerini listeler ve çoğu durumda aynı kuleler her iki izinde de listelenir. Hava izinlerinde ve izin başvurularında bulunan verilere ek olarak, sondaj kulelerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları EPA'nın Sera Gazı Raporlama Programının (GHGRP) 40 CFR Bölüm 98, alt bölüm W kapsamında raporlanmaktadır. Dört GHGRP tesisi Kuzey Yamacı'ndaki ham petrolün yaklaşık %99'unu üretmektedir: Badami Geliştirme Tesisi; BP Alaska, 890 - Arctic Slope Basin; ConocoPhillips Alaska, Inc - KRU-ALP Fields; ve Nikaitchuq Development. Bu nedenle, bu dört tesisin sondaj kulesi motorları, ısıtıcıları ve kazanlarından kaynaklanan sera gazı emisyonları, sera gazı kirleticilerinin emisyonlarının tam tahmini olarak kabul edilir.

CAP ve HAP emisyonlarını tahmin etmek için ConocoPhillips'in Kuparuk Taşınabilir Sondaj Makinaları izni için Başlık V yenileme başvurusu incelenmiştir. Bu izin başvurusu CO₂, CH₄, N₂O, CAP'ler ve HAP'ler için potansiyel emisyon tahminleri içermekte olup, üç sera gazı kirleticisi için bildirilen GHGRP fiili emisyon verileriyle doğrudan bir karşılaştırma yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu karşılaştırma, Kuzey Yamacı'nın tamamı için her üç sera gazı kirleticisinin rapor edilen emisyonlarının Kuparuk başvurusunda listelenen potansiyel emisyonların yaklaşık yarısı (CO₂ için %51,18) olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, başvuruda listelenen diğer kirleticiler (yanma sonucu oluşan CAP'ler ve 16 ayrı HAP) için Kuzey Yamacı genelindeki toplam gerçek emisyonların Kuparuk izin başvurusundaki potansiyel emisyonların %51,18'i olduğu tahmin edilmektedir.

Kuyu tamamlama işlemleri için ERG, Kuparuk Taşınabilir Sondaj Makinaları izin başvurusunda yer alan bilgileri kullanarak emisyon tahminleri geliştirmiştir. Bu izin başvurusu VOC, CO₂, CH₄ ve altı HAP (2,2,4-trimetilpentan, benzen, etilbenzen, *n*-hekzan, toluen ve ksilen) için 30 kuyu tamamlama işlemine ilişkin emisyon tahminlerini içermektedir. Tahminler, bir kuyu tamamlama sırasında geri akacağı varsayılan toplam petrol miktarına, petrolün gaz-petrol oranına (GOR), geri akış kaldırma gazı hacmine ve tipik flaş gaz bileşimi verilerine dayanmaktadır. Mevcut verilere göre 2011 yılında 86 kuyu

Bu nedenle, Kuzey Yamaç kuyu tamamlamalarından kaynaklanan toplam VOC, CO₂, CH₄ ve HAP emisyonları, Kuparuk izin başvurusunda yer alan tahminlerin toplam Kuzey Yamaç kuyu tamamlamalarının Kuparuk kuyu tamamlamalarına oranıyla ($86/30 = 2.87$) çarpılmasıyla tahmin edilmiştir. H₂S tahminleri, Kuzey Yamaç sınıvlandırılmış doğal gaz tesisi için yakın zamanda önerilen izne dayalı olarak, flaş gazda varsayılan milyonda 30 parça (ppmv) H₂S konsantrasyonuna dayanmaktadır. Sondaj kulesi emisyonlarının doğruluğu, tarihsel olarak büyük sondaj kulesi motorlarının karayolu dışı motorlar olarak değerlendirilmesinden ve yıllık (veya üç yıllık) emisyon raporlama gerekliliklerine tabi olmamasından etkilenmektedir. Bu nedenle, sondaj kulesi emisyonları tipik olarak ABD NEI'sine dahil edilmemektedir. Bununla birlikte, yukarıda açıklandığı üzere, sondajdan kaynaklanan sera gazı emisyonları GHGRP alt bölüm W kapsamında iyi bir şekilde tanımlanmış ve CAP ve HAP tahminlerinin temelini oluşturmuştur. ADEC, BP ve ConocoPhillips için Başlık V taşınabilir sondaj kulesi izinlerini yenileme sürecindedir. Başlık V yenileme izinlerinin yakın gelecekte verilmesi beklenmektedir ve bunlar yıllık veya üç yıllık emisyon sunumları gerektirebilir. Bu veriler, bu emisyon envanterinin gelecekteki versiyonlarının güncellenmesi için faydalı olabilir.

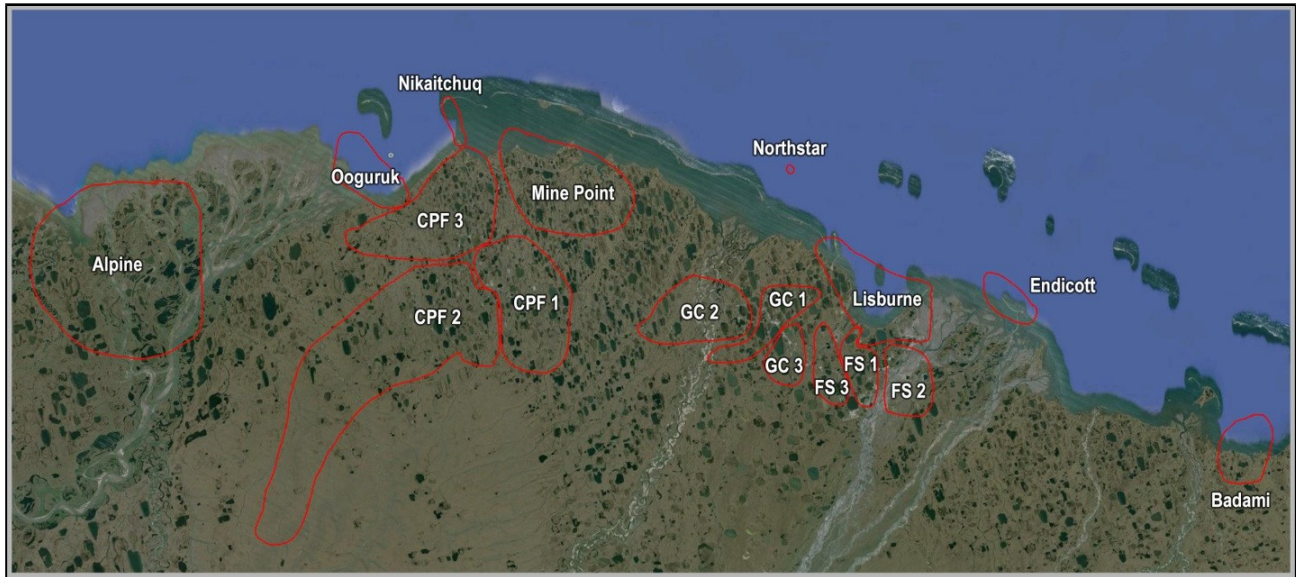
Petrol ve Gaz Üretimi

Kuzey Yamaç'ta karada petrol ve gaz üretimi, Prudhoe Körfezi yakınlarındaki 100 mile 40 millik bir kıyı şeridi boyunca gerçekleşmektedir. Bu bölgede 2012 yılında yaklaşık 200.000.000 varil ham petrol üretilmiştir. North Slope kuyularından üretilen doğal gaz, öncelikle petrol üretimini kolaylaştırmak için basıncı korumak amacıyla rezervuara geri enjekte edilir ve bir kısmı da kompresör motorları gibi çeşitli petrol ve gaz arama ve üretim ekipmanlarına yakıt sağlamak için kullanılır. Ayrıca, ham petrolün bir kısmını rafine ederek Jet-A, dizel yakıtlar ve Kuzey Yamaç petrol sahalarında kullanılmak üzere Arktik ısıtma yakıtı (AHF) üreten iki küçük topping tesisi (rafineri) bulunmaktadır. Şekil 4'te gösterildiği gibi, 14 kara ve üç açık deniz üretim tesisi (insan yapımı adalar üzerinde yer almaktadır) Kuzey Yamaç'ta bulunan yaklaşık 120 kuyu yastığına hizmet vermektedir.

Her üretim tesisi, çevresindeki kuyu pedlerinden üç fazlı (petrol, gaz ve su) üretim sıvılarını alır, sıvıyı ham petrol, gaz ve su olarak ayırır ve ham petrolü TransAlaska Boru Hattı Sistemi (TAPS) Pompa İstasyonu #1'e iletir. Bu kuyulardan üretilen gazın çoğunda olduğu gibi, ayrılan su rezervuara yeniden enjekte edilir.

Şekil 4. North Slope üretim tesisleri.

Google Maps'ten çevrimiçi görüntü. <https://www.google.com/maps/> (Erişim tarihi 22 Eylül 2014.)



Karada petrol ve gaz üretimi emisyon tahminleri için başlangıç noktası, ADEC tarafından üç yılda bir yapılan 2011 ABD NEI için EPA'ya sunulan nokta kaynaklı emisyon verileridir.⁴2011 NEI, Kuzey Yamacı'nda faaliyet gösteren tesislerden kaynaklanan nokta kaynaklı emisyonlar için şu anda mevcut olan en eksiksiz verileri içermektedir ve 26 petrol ve gaz tesisi için tahminleri içermektedir. ADEC yıllık emisyon envanteri bildirimlerini doğrudan Başlık V tesislerinin işletmecilerinden izinleri uyarınca almaktadır.

ADEC bu noktasal kaynakların işletmecilerinden 2012 emisyon verilerini almış olsa da, 2012 (ve 2013) için raporlama eşiği 2011 raporlama yılına göre çok daha yüksektir, bu da 2012 ADEC envanterini daha az eksiksiz hale getirmektedir. ERG, NEI 2011 verilerinin 2012'deki faaliyetlerden elde edilen verilerle karşılaştırıldığında ne kadar temsil edici olduğunu değerlendirmiştir. North Slope ham petrol üretiminin 2011 ve 2012 yılları arasında yaklaşık %7 oranında azaldığı göz önüne alındığında,¹⁹2011 verilerinin kullanılması 2012 yılı için ihtiyatlı bir şekilde yüksek bir emisyon tahmini sağlayacaktır. Buna ek olarak, ADEC izin verilerinin incelenmesi sonucunda şu anda faaliyette olan tüm kaynaklar tespit edilmiş ve 2011 NEI verilerine dahil olmayan dokuz tesis belirlenmiştir.

NEI, Başlık V tesisleri için emisyon verilerini içerdiğinden, ancak yalnızca üretim tesislerinde bulunan büyük yanma türbinleri gibi daha büyük emisyon birimleri için ve "önemsiz emisyon birimleri" (daha küçük ısıtıcılar, küçük acil durum motorları ve depolama tankları gibi küçük VOC kaynaklarını içerir) veya taşınabilir jeneratör veya ışık kulesi motorları gibi "karayolu dışı motorlar" için olmadığından, NEI'ye dahil edilen tesisler için de boşluk doldurma gerekliydi. Bu iki eksik birim kategorisini ele almak için ERG, 2011 yılında raporlanan NEI verilerini ve Kuzey Yamacı kaynaklarının seçilmiş bir alt kümesi için ADEC hava kalitesi izinlerinde ve izin başvurularında bulunan emisyon birimlerinin listesini kullanarak bir analiz gerçekleştirmiştir²⁰.

ERG, belirlenen 35 kaynağın tamamı için (yani 26 NEI tesisi ve dokuz NEI dışı tesis) izin belgelerini (yani izinler ve arka plan/destekleyici belgeler) ve izinli Başlık V tesislerinin 16'sı için ADEC'ten izin başvurularını elde etmiştir. NEI'ye raporlamaya tabi toplam tesis değerlendirilebilir emisyonlarının yüzdesini belirlemek için izinlerin ve izin başvuru belgelerinin kirleticie özgü ayrıntılı bir analizi yapılmıştır. Bir ADEC izninde, değerlendirilebilir emisyonlar kaynak ekipmanın yayma potansiyeline (PTE), yılda 8.760 saat çalışmasına veya

izin tarafından sınırlandırıldığı şekilde. Tesis izinleri tipik olarak sadece tesisin değerlendirilebilir toplam emisyonlarını sağlarken, izin başvuruları önemli emisyon birimleri, önemsiz emisyon birimleri ve yol dışı motorlar için ayrıştırılmış potansiyel emisyon tahminleri sağlar. Bu bilgiler izin seviyesini belirlemek ve izin ücretlerini değerlendirmek için gereklidir. Bu analizde, toplam tesis değerlendirilebilir emisyonlarının önemli emisyon birimleri, önemsiz birimler ve karayolu dışı motorlardan kaynaklanan potansiyel emisyonların toplamı olduğu varsayılmaktadır.

Gerçek emisyonlar ekipmanın fiili çalışma süresine dayanır ve tipik olarak bir kaynağın toplam değerlendirilebilir emisyonlarından daha azdır. Ancak, yukarıda açıklandığı gibi, önemsiz emisyon ünitelerinden ve karayolu dışı motorlardan kaynaklanan fiili emisyonlar NEI'ye bildirilmez.

ERG, NEI'ye rapor vermeyen tesislerdeki ekipmanlar (NEI'ye rapor vermeyen tesisler) ve NEI'ye rapor veren tesislerde bulunan önemsiz üniteler ve karayolu dışı motorlar için emisyonları, bu tesislerde bulunan önemli emisyon ünitelerinin emisyon ve ekipman verilerini analiz ederek tahmin etmiştir. Bu analiz, önemli emisyon ünitelerinden kaynaklanan gerçek emisyonları önemli emisyon üniteleri için değerlendirilebilir emisyonlarla karşılaştırmış ve izinler ve izin başvurularındaki ayrıntılı bilgileri kullanarak önemsiz emisyon üniteleri ve karayolu dışı motorlar için tahminler geliştirmek için kullanılmıştır. Bu analiz, tesisin toplam değerlendirilebilir emisyonlarının ortalama olarak %70 ila 86'sının önemli emisyon birimlerinden, %1 ila 6'sının önemsiz emisyon birimlerinden ve %8 ila 28'inin karayolu dışı motorlardan kaynaklandığını göstermiştir. Ancak, Kuzey Yamacı'nda çok sayıda karayolu dışı motora sahip birkaç kaynak vardır ve bu kaynaklar için, karayolu dışı motorlardan kaynaklanan potansiyel emisyonlar, özellikle VOC için, herhangi bir tesisteki toplam potansiyel emisyonların yarısından fazlasını oluşturabilir. Örneğin, üç Kuparuk üretim tesisinde, toplam tesis potansiyel VOC emisyonlarının yaklaşık %60'ını oluşturan 250'den fazla karayolu dışı motor bulunmaktadır. Önemsiz emisyon üniteleri ve yol dışı motorlar için gerçek emisyon tahminleri geliştirmek amacıyla, önemsiz emisyon üniteleri ve yol dışı motorlar için gerçek-potansiyel emisyon oranının, önemli emisyon üniteleri ve yol dışı motorlar için aynı oranla aynı olduğu varsayılmıştır.

tesisteki emisyon birimleri. Tesisteki önemli emisyon birimleri için fiili-potansiyel emisyon oranı, 2011 NEI raporlu emisyonlar (fiili emisyonlar) ile izinlerde veya izin başvurularında bildirilen potansiyel emisyonlar karşılaştırılarak geliştirilmiştir. Bu analiz, NEI raporlamasına tabi önemli emisyon birimleri için ortalama fiili emisyonların potansiyel VOC, NO_x, CO, SO₂ ve PM₁₀ emisyonlarının sırasıyla %38, 55, 41, 19 ve 52'si olduğunu göstermiştir.

ERG bu analizi, ayrıntılı izin başvurusu verilerinin mevcut olduğu 16 tesis için tesis düzeyinde gerçekleştirmiştir. Önemli üniteler ve yol dışı motorlar için fiili emisyon tahminleri, izin başvurularında kaydedilen önemli emisyon üniteleri ve yol dışı motorlardan kaynaklanan potansiyel emisyon tahminlerinin, bildirilen önemli üniteler için fiili-potansiyel emisyon oranıyla çarpılmasıyla hesaplanmıştır. ERG, NEI'de bildirildiği gibi önemli emisyon birimlerinden gelen HAP ve PM_{2.5} verilerini kullanarak önemli emisyon birimlerinden ve karayolu dışı motorlardan gelen HAP'lar ve PM_{2.5} için fiili emisyon tahminleri geliştirmiştir. VOC ve PM₁₀ (yukarıda açıklandığı şekilde tahmin edilmiştir) sırasıyla uçucu organik ve metal HAP/PM_{2.5} emisyonlarını ölçeklendirmek için vekil olarak kullanılmıştır.

VOC ve PM₁₀ için ölçeklendirme faktörleri, değerlendirilebilir emisyonların NEI'de bildirilen gerçek emisyonlarla karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir. Bu ölçeklendirme faktörleri daha sonra önemli emisyon ünitelerinden ve karayolu dışı motorlardan kaynaklanan VOC ve PM₁₀ emisyon tahminlerine uygulanarak aynı kaynaklardan kaynaklanan HAP emisyonları için tahminler geliştirilmiştir. 2011 NEI kapsamında olmayan dokuz izinli tesis için emisyon tahminleri, NEI kapsamındaki tesisler için yukarıda açıklanan metodoloji kullanılarak izin belgelerinde mevcut olan değerlendirilebilir emisyon tahminlerine dayalı olarak geliştirilmiştir. Örneğin, değerlendirilebilir karayolu dışı motor VOC emisyonlarının toplam tesis değerlendirilebilir VOC emisyonlarının %28'ine eşit olduğu ve bu değerlendirilebilir karayolu dışı motor VOC emisyonlarının %38'inin gerçekten salındığı varsayılmıştır.

GHGRP 2012 alt bölümleri W (Petrol ve Doğal Gaz Sistemleri) ve C (Genel Sabit Yakıt Yakma Kaynakları) verileri, yalnızca sera gazı emisyon tahminleri için değil, aynı zamanda NEI'ye dahil edilmeyen ek kaynaklar için CAPs ve HAPs emisyonlarını tahmin etmek için 2011 NEI ve ADEC izin verilerini tamamlamak için kullanılmıştır. EPA'nın Noktasal Olmayan Petrol ve Gaz Emisyonları Tahmin Aracı (Araç), Kuzey Yamacı için petrol ve gaz "alan" kaynakları için varsayılan emisyon tahminlerini içermektedir.²¹ Bu veriler, NEI, ADEC izni ve GHGRP alt bölüm W verilerini tamamlamak ve kaynak kapsamındaki veya kaynak kategorisi kapsamındaki veri boşluklarını doldurmak için analiz edilmiştir.

Havaalanları, Uçaklar ve Yer Destek Ekipmanları

Alaska'nın havacılık sektörü tüm eyaletler arasında en büyük ve en aktif sektörlerden biridir. Bu durum özellikle ticari ve genel havacılığın insan, malzeme ve posta taşımak, tıbbi hava ikmali sağlamak, dökümler için boru hatlarını izlemek ve vahşi yaşamı takip etmek için kullanıldığı North Slope için geçerlidir. Havaalanı emisyonları uçak ana motorlarını, yardımcı güç ünitelerini (APU'lar) ve yer destek ekipmanlarını (GSE'ler) içerir. Havaalanı emisyonları yalnızca LTO döngüsünü içerir, uçuşun seyir kısmını içermez. BOEM, Kuzey Yamaç'ta bulunan 16 havalimanını faaliyet düzeyine ve coğrafi konumuna göre emisyon envanterine dahil etmek üzere seçmiştir (Şekil 5). Kuzey Yamacındaki havalimanlarının daha uzun rölanti süreleri veya daha kısa taksi süreleri nedeniyle emisyon tahminlerini etkileyebilecek olası çalışma koşulları hakkında bilgi de dahil olmak üzere faaliyet ve operasyonel verileri elde etmek için her havalimanından temsilcilerle iletişime geçilmiştir. 16 havalimanından ikisi kapatılmıştır ve üçü veri sağlayamamıştır (Şekil 5'te gösterildiği gibi A19, AK03, 5CD, LUR ve PHO kodlu havalimanları). Yerel havalimanlarından gelen verilerin bir kısmı LTO'lar veya operasyonlar değil, yolcu kayıtlarıdır. Uçağa binış verileri FAA'nın hem uçağa binış hem de operasyon verilerini içeren Terminal Alanı Tahmini (TAF) verilerine çok benzemektedir. Bu nedenle, TAF LTO faaliyet verileri yerel uçuş verileri yerine kullanılmıştır.²²

Şekil 5. North Slope havaalanı konumları ve FAA kodları.

Veri Kaynağı: Referans 23



11 havalimanından on tanesi uçağa özgü veya hava taşıyıcısına özgü veriler sağlamış ve bu veriler FAA'nın EDMS'sine uygulanarak uçak, APU ve GSE emisyonları tahmin edilmiştir.⁵Kalan havalimanı Deadhorse ise yaklaşık LTO verileri sağlamıştır. Veriler yaklaşık olduğundan, Deadhorse için ayrıntılı TAF verileri kullanılmıştır. TAF LTO'ları, Deadhorse için emisyonları tahmin etmek üzere 2011 NEI'den alınan emisyon faktörlerine uygulanmıştır.²³Kuzey Yamacında kullanılan uçakların çoğu APU'ları olmayan veya GSE gerektirmeyen daha küçük uçaklardır; bu nedenle, APU ve GSE emisyonları yalnızca FAA'nın EDMS modelinde APU ve GSE ile ilişkilendirilen ticari uçaklar tarafından hizmet verilen havalimanları için dahil edilmiştir.

TransAlaska Boru Hattı Sistemi

TAPS boru hattı Kuzey Yamacı'ndan Valdez Deniz Terminali'ne kadar toplam 800 mil uzunluğundadır; TAPS boru hattının Kuzey Yamacı'ndaki kısmı dört pompa istasyonu ile yaklaşık 177 mil uzunluğundadır.²⁴Emisyonlar hem gerçek boru hattı kaynakları hem de boru hattı işletimi ve bakımı ile ilgili faaliyetler için tahmin edilmiştir. Pompa İstasyonları 1 ila 4, Kuzey Yamaçta bulunan tek pompa istasyonlarıdır. Pompa İstasyonları 1, 3 ve 4'ten kaynaklanan emisyonlar 2011 NEI'den elde edilmiştir; Pompa İstasyonu 2 1 Temmuz 1997'de kapatılmıştır ve herhangi bir aktif emisyon kaynağı bulunmamaktadır.⁽⁴⁾

ERG, hem TAPS boru hattından hem de pompa istasyonlarına yakıt sağlayan doğal gaz tedarik hattından kaynaklanan kaçak emisyonları, 2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Kılavuzunda yer alan ulusal üretime dayalı emisyon faktörlerini kullanarak tahmin etmiştir.²⁵Hesaplanan emisyonlar daha sonra Kuzey Yamacı'ndaki TAPS boru hattı/tedarik hattı kilometresinin ulusal boru hattı kilometresine oranıyla ölçeklendirilmiştir.²⁶

TAPS pigging operasyonlarına ilişkin ayrıntılı emisyon bilgileri mevcut değildir; bu nedenle ERG pigging operasyonlarının haftada bir kez yapıldığını varsaymıştır. Metan emisyonları

TAPS üzerindeki pigging işlemleri EPA'nın Piyasalara Metan programının rehberliği kullanılarak tahmin edilmiştir.²⁷

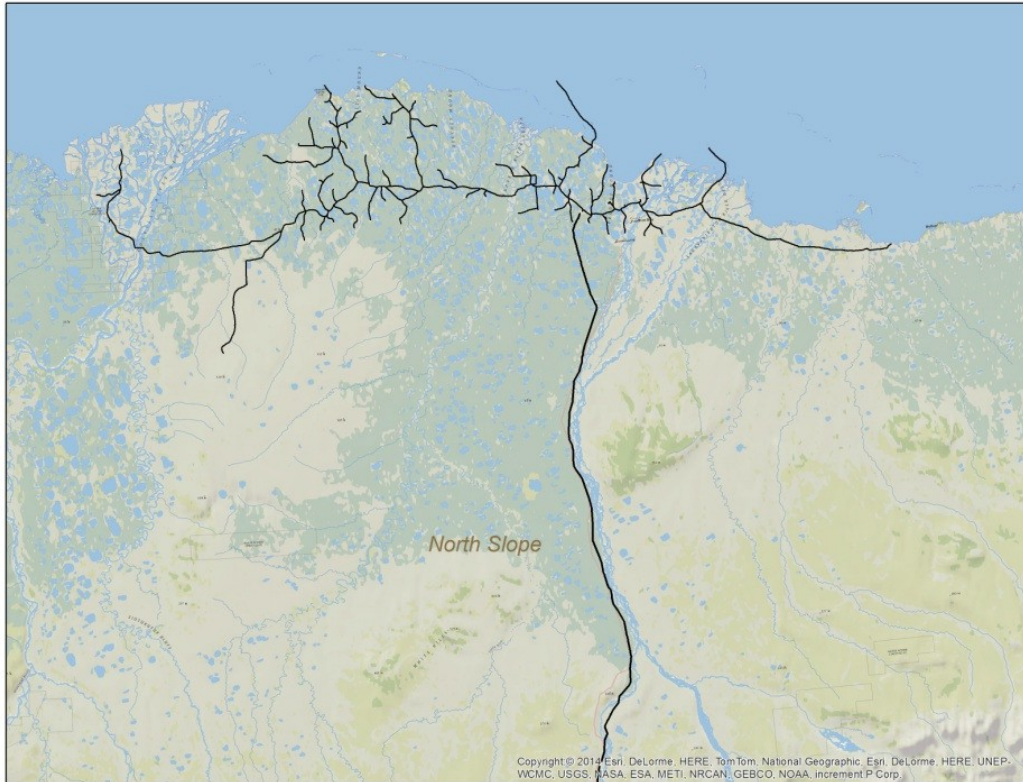
TAPS'ta devriye gezen karayolu motorlu taşıtları da egzoz ve buharlaştırıcı emisyonların yanı sıra asfaltsız yollarda sürüş nedeniyle yeniden sürüklenen yol tozu emisyonları üretmektedir. Devriye araçlarının türü ve kapsamına ilişkin bilgi mevcut değildir; bu nedenle, Kuzey Yamacı'ndaki TAPS boru hattı boyunca her gün iki kamyonun devriye gezdiği varsayılmıştır. ERG, petrol/gaz dışı sabit nokta, alan ve mobil kaynaklar için yol devriyeleriyle ilişkili emisyonları aşağıda açıklandığı şekilde tahmin etmiştir.

TAPS boyunca boru hattı değiştirme ve onarım projelerinde yer alan karayolu dışı inşaat ekipmanları egzoz ve buharlaştırıcı emisyonlar üretmektedir. TAPS boru hattı tamamlandığından beri, sistemin bütünlüğünü korumak için periyodik olarak yenileme ve onarım inşaat projeleri yürütülmektedir. Değiştirme ve onarım projeksiyonlarının türü ve kapsamına ilişkin bilgi mevcut değildir; bu nedenle ERG, bir damperli kamyon, beko ve buldozer kullanan iki çalışma ekibinin kış aylarında Kuzey Yamacı'ndaki TAPS boru hattı boyunca bir yerde 10 saatlik bir vardiyada çalıştığını varsaymıştır. ERG ayrıca 10 benzer çalışma ekibinin yaz aylarında 10 saatlik bir vardiyada çalıştığını varsaymıştır.

Helikopterlerden kaynaklanan emisyonlar TAPS ve ilgili besleme hatlarının havadan gözetimi sırasında ortaya çıkmaktadır (Şekil 6). TAPS gözetimi için kullanılan helikopterler, North Slope bölgesinin dışında bulunan Fairbanks Uluslararası Havaalanı'nda konuşlanmıştır. ERG, her bir gözetim çalışması için hava süresini, bu faaliyette kullanılan tipik helikopterler için EDMS'den alınan kalkış emisyon faktörlerine uygulayarak hava gözetim uçağı emisyonlarını tahmin etmiştir.

Şekil 6. TAPS ve besleyici boru hatları.

Kaynak: Referans 28



Petrol/Gaz Dışı Sabit Noktasal, Alansal ve Mobil Kaynaklar

Petrol/gaz dışı sabit nokta, alan ve mobil kaynaklar sekiz Kuzey Yamacı Köyünde bulunan kaynakların yanı sıra ilgili destek faaliyetlerini (doğrudan petrol üretimiyle ilgili olmayan kara petrol ve gaz sahalarında) içerir. Barrow, 2012'deki tahmini 4.445 kişilik nüfusuyla Kuzey Yamacı'ndaki en büyük köydür; geri kalan yedi köy, 196 ila 668 kişi arasında değişen nüfuslarıyla oldukça küçüktür.²⁹ Prudhoe Körfezi'ndeki karadaki petrol ve gaz sahaları kalıcı bir nüfusa sahip değildir, ancak geçici olarak girip çıkan binlerce işçiye sahiptir.

Köylerde bulunan emisyon kaynakları genel olarak şu şekilde sınıflandırılmıştır: yakıt yanması (yani, enerji santralleri, ticari/kurumsal ve konutlar), mobil kaynaklar (yani, karayolu motorlu taşıtları ve karayolu dışı mobil kaynaklar), yol tozu ve çeşitli (yani, atık yakma, atık su arıtma ve yakıt dağıtımı). Genel olarak ERG, ilgili faaliyet verilerini EPA WebFIRE⁽¹⁷⁾ emisyon faktörleriyle çarparak emisyonları tahmin etmiştir; HAP emisyonları SPECIATE veri tabanından alınan türleşme fraksiyonları kullanılarak tahmin edilmiştir.

Enerji Santralleri

Enerji santralleri North Slope köylerinin her birinde bulunmaktadır; iki ek santral ise petrol ve gaz sahalarında yer almaktadır. Barrow Elektrik Santrali Barrow Utilities and Electric Co-op, Inc. (BUECI) tarafından işletilmektedir; diğer köy santralleri ise North Slope Borough (NSB) Department of Public Works tarafından işletilmektedir. İki petrol ve gaz sahası tesisi ile Barrow ve Nuiqsut'taki köy santralleri birincil yakıt olarak doğal gaz kullanırken, diğer santraller birincil yakıt olarak fuel oil kullanmaktadır. ERG, iki petrol ve gaz sahası tesisi ve üç köy santrali (Barrow, Point Hope ve Wainwright) için emisyonları 2011 NEI'den elde etmiştir.⁴ ERG, Alaska Enerji Kurumu'nun (AEA) Güç Maliyeti Eşitleme (PCE) kırsal enerji sübvansiyon programından elde edilen yakıt verilerini kullanarak geri kalan köy santralleri için emisyonları tahmin etmiştir.³¹

Endüstriyel ve Ticari/Kurumsal Yakıt Yakma

Kuzey Yamacı'nda kullanılan iki ana yakıt (doğal gaz ve damıtılmış fuel oil) endüstriyel (petrol ve gaz üretimiyle ilgili olmayan) ve ticari/kurumsal (örneğin okullar, toplum tesisleri, köy şirketleri) ortamlarda yakılmaktadır. Petrol ve gaz sahalarına lojistik destek sağlayan iki spesifik endüstriyel tesis tespit edilmiştir. Emisyonlar, izinlerde tanımlanan tahmini emisyonlara veya izin verilen yakıt miktarlarına dayanmaktadır.

Barrow hariç köylerdeki North Slope Borough Okul Bölgesi (NSBSD) okullarının her birinde damıtılmış akaryakıt tüketilmektedir; 2012 yılı tüketim miktarları NSB'nin Bayındırlık İşleri Departmanı Yakıt Bölümü tarafından sağlanmıştır.⁽³²⁾ ABD Hava Kuvvetleri tarafından işletilen dört North Slope Uzun Menzilli Radar Sahasında (LRRS) da damıtılmış akaryakıt tüketilmektedir. Yakıt tüketim miktarları 2012 yılı için tespit edilemediğinden LRRS izinlerinden izin verilen miktarlar kullanılmıştır.

Diğer North Slope köylerinin (neredeyse sadece damıtılmış fuel oil kullanan) aksine, Barrow enerji ihtiyacının büyük bir kısmını yakındaki üç doğal gaz sahasından sağlanan yakıttan karşılamaktadır. Belirli 2012 doğal gaz tüketim miktarları Barrow'daki iki ticari/kurumsal tüketicinin faturalarından elde edilmiştir.

Buna ek olarak, Kuzey Yamaç'ta belirtilmemiş ticari/kurumsal yakıt yakımı vardır. BUECI personeli Barrow'daki doğal gaz tüketim miktarlarını sağlarken³³ NSB personeli akaryakıt tüketim miktarlarını sağlamıştır³².

Konutlarda Yakıt Yakma

North Slope köylerindeki özel konutlar alan ısıtması, su ısıtması, yedek elektrik üretimi, yemek pişirme vb. için iki ana yakıt (doğal gaz ve damıtılmış fuel oil) kullanılmaktadır. Çoğu köy konutu (Barrow ve Nuiqsut dışında) damıtılmış fuel oil kullanılarak ısıtılmaktadır. Alaska'daki diğer bölgelerin aksine, yakınlarda doğal odun kaynakları bulunmadığı için North Slope'ta konutlarda ısınma ve yemek pişirme için odun kullanılmamaktadır. Kuzey Yamacı'nda az miktarda sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) da kullanılmaktadır, ancak bu birincil konut yakıtı olarak değil, çoğunlukla avcılık ve kampçılık faaliyetleri için kullanılmaktadır.

Barrow'da yakılan konut yakıtı kesinlikle doğal gazla sınırlıyken, Nuiqsut'ta yakılan konut yakıtı doğal gaz ve damıtılmış fuel oil karışımıdır. Kalan altı köyde yakılan konut yakıtı damıtılmış fuel oil'dir. BUECI, Barrow'un doğal gaz tüketim istatistiklerini sağlarken⁽³³⁾NSB'nin Bayındırlık Bakanlığı Yakıt Bölümü diğer köylerdeki tüm konut yakıt tüketim istatistiklerini sağlamıştır.

Karayolu Motorlu Taşıtları

ERG, EPA'nın MOVES2014 modelinden (MOVES⁽³⁴⁾) alınan emisyon faktörleri ile yerel meteoroloji ve araç faaliyet verilerini kullanarak Kuzey Yamacı'ndaki karayolu motorlu taşıt emisyonlarını, kat edilen araç mili (VMT) ve yakıt tüketimi için geliştirmiştir. Karayolu emisyonları envanteri altı araç kategorisini içermektedir: Kuzey Yamacı'ndaki sekiz köy için köy bazında karayolu emisyonları, sekiz köy için kış aylarında rölantide çalışan araçlar, Dalton Otoyolu'nda seyahat eden araçlar, TAPS devriyeleri, Prudhoe Bay petrol sahalarında seyahat eden araçlar ve Kuzey Yamacı'nda benzin ikmali emisyonları.

ERG, MOVES'i çalıştırmış ve sonuçları işleyerek emisyon faktörlerini üretmiş ve filo faaliyet verileriyle birlikte yukarıda listelenen her kategori için karayolu emisyonlarını tahmin etmiştir. Kuzey Yamacı'na özgü MOVES girdi verilerinin çoğu ADEC tarafından 2011 NEI için hazırlanmıştır.³⁵ERG'nin kullandığı özel MOVES girdileri arasında yakıt tedariki ve formülasyonu, filo yaşı, filo dizel fraksiyonları ve VMT modellerinin yanı sıra Deadhorse Havaalanı (Dalton Otoyolu için) ve Barrow Havaalanı'nda (diğer tüm kategoriler) kaydedilen yerel meteorolojik veriler yer almaktadır.³⁶

Karayolu emisyonları her bir North Slope köyü için hesaplanmıştır. Barrow en kalabalık köy olduğundan ve mevcut tek VMT'ye sahip olduğundan, ERG MOVES'i özellikle Barrow için çalıştırdı ve ardından emisyon sonuçlarını nüfusa göre daha küçük köylere ölçeklendirdi.²⁹Alaska Ulaştırma ve Kamu Tesisleri Departmanı (ADOT&PF) 2012 yılında sadece Barrow için yıllık ortalama günlük trafik (AADT) istatistikleri topladı.³⁷Bu AADT istatistikleri Barrow'daki tüm araç faaliyetlerini temsil etmese de, en yoğun seyahat edilen yollardaki trafiği temsil etmektedir ve Barrow araç faaliyetlerini temsil etmek için kullanılmıştır.

MOVES, herhangi bir karayolu envanterinin bir parçası olarak varsayılan olarak kış mevsiminde rölanti faaliyetini tahmin etmez. MOVES, araçların kısa süreliğine durduğu yolculuk modellerini yansıtan tipik sürüş döngülerinin bir parçası olarak az miktarda rölantiyi hesaba katar. Ancak Kuzey Kutbu'nda araçlar kış aylarında, özellikle de yılın en soğuk aylarında park halindeyken sık sık rölantide bırakılmaktadır. NSB Kamu İşleri Departmanı personeli, NSB araçlarından bazılarının yılda 3.000 saatten fazla rölantide çalışabileceğini belirtmiştir⁽³⁸⁾; ancak bu rölanti seviyesi muhtemelen genel araç popülasyonu için çok yüksektir. Bu nedenle, kış aylarında rölantide çalışma süresinin araç başına yılda 640 saat olduğu varsayılmıştır.

ERG, dört kış ayında gündüz için ortalama meteorolojik koşulları kullanarak rölanti emisyon faktörlerini gram/saat cinsinden tahmin etmek için MOVES'i çalıştırmıştır. MOVES "modal" bir emisyon modelidir, yani araca özgü güç (VSP) ile tanımlanan çalışma modları için temel emisyon oranlarını içerir

ve hız. Rölanti emisyon faktörlerini tahmin etmek için ERG, MOVES'i "Proje Ölçeği" modunu ve yüzde 100 rölanti çalışmasına sahip benzersiz bir çalışma modu dağılımını kullanarak çalışmıştır. Bu modellemenin sonuçları her araç tipi için gram/saat olarak hesaplanmıştır. Gram/saat rölanti emisyon faktörleri 640 saat ve Barrow'daki araç nüfusu ile çarpılmıştır. Araç sayısı tam olarak bilinmemekle birlikte, yıllık VMT'nin araç başına yılda yaklaşık 10.400 mil olan filo ortalama yıllık kilometre birikim oranına bölünmesiyle tahmin edilmiştir.

Dalton Otoyolu, MOVES'te ortalama hızı 50 mil/saat (yani ilan edilmiş hız sınırı) olan kırsal bir otoyol (Kırsal Kısıtlı Erişim) olarak modellenmiştir. Otoyoldaki VMT'ye ağır hizmet dizel kamyon trafiği (yüzde 82) hakimdir ve kalan yüzde 18'lik kısım hafif hizmet benzinli kamyonlardan oluşmaktadır.³⁹

Kamyonların her gün Kuzey Yamacı'ndaki TAPS boru hattı boyunca devriye gezdiği varsayılmıştır. Barrow karayolu analizi için geliştirilen kırsal otoyol dışı yollarda çalışan hafif ticari kamyonlar için çalışan emisyon faktörleri, TAPS boyunca sürüş yapan devriye araçlarını temsil etmek için kullanılmıştır.

Önemli miktarda karayolu motorlu taşıt yakıtı (yani benzin ve ULSD) Fairbanks'ten Prudhoe Bay'e kadar Dalton Otoyolu üzerinden taşınmaktadır. NSB personeli 2012 yılında taşınan motorlu taşıt yakıtı miktarına ilişkin bir tahmin sunmuştur (2.775.000 galon benzin).⁴⁰Daha iyi veri olmaması nedeniyle, ilgili VMT ve kamyon nüfusu, Barrow analizindeki ilgili faaliyet oranları kullanılarak toplam benzine dayalı olarak tahmin edilmiş, ancak daha yüksek kış zamanı rölanti oranları (araç başına yılda 1.140 saat rölanti) hesaba katılmıştır.

Karayolu Dışı Mobil Kaynaklar

Kuzey Yamaç'taki karayolu dışı mobil kaynak emisyonları, yakıt tüketimine dayalı emisyon faktörlerini türetmek için EPA'nın NONROAD2008a modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.⁴¹NONROAD'a Kuzey Yamaç'a özgü özel girdiler mevcut olduğunda kullanılmıştır; aksi takdirde NONROAD varsayılan verileri kullanılmıştır. Köye özgü aylık meteorolojik veriler kullanılmıştır.³⁶Karayolu dışı mobil kaynak yakıt girdileri ADEC tarafından sağlanan MOVES girdileri ile senkronize edilmiştir (ADEC, 2012a). NSB personeli ile yapılan görüşmelere dayanarak 2 zamanlı benzinli kar motosikletleri, 4 zamanlı ATV'ler ve 4 zamanlı eğlence amaçlı deniz motorları için aylık ve günlük faaliyet verileri ayarlamaları yapılmıştır.⁴²Emisyonlar yalnızca aşağıdaki karayolu dışı ekipman türleri için tahmin edilmiştir: 2 zamanlı benzinli kar motosikletleri, 4 zamanlı benzinli ATV'ler, 4 zamanlı eğlence amaçlı deniz motorları ve birkaç dizel motorlu inşaat ekipmanı türü.

NONROAD modeli sadece CAP'ler için emisyonları tahmin etmektedir. HAP'lar için emisyonlar, EPA'nın Ulusal Mobil Envanter Modelinden (NMIM) elde edilen türleşme faktörlerini uygulayan NONROAD raporlama yardımcı programının değiştirilmiş bir versiyonu kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu NONROAD çıktıları kullanılarak, her bir kaynak sınıflandırma kodu (SCC) ve kirletici kombinasyonu için ton/galon emisyon faktörleri geliştirilmiştir. NONROAD çıktıları ayrıca her bir SCC için toplam yakıt tüketimi oranını hesaplamak için de kullanılmıştır. Karayolu dışı ekipman için yıllık benzin ve dizel yakıt tüketimi miktarı daha sonra NONROAD çıktılarından hesaplanan yakıt kullanım oranına göre her bir SCC'ye tahsis edilmiştir. Karayolu dışı benzin ve dizel yakıt tüketim miktarı, toplam benzin ve dizel miktarından karayolu benzin ve dizel miktarının çıkarılmasıyla belirlenmiştir. Her bir ekipman parçası tarafından kullanılan yakıt miktarı hesaplandıktan sonra, NONROAD çıktılarından elde edilen galon başına ton emisyon faktörü uygulanarak her bir SCC ve kirletici kombinasyonu için toplam emisyon tahmini elde edilmiştir.

Yol Tozu

Toz emisyonları, asfaltsız yollarda seyreden araç ve ekipmanlardan kaynaklanmaktadır. Asfalt yol tozu da tipik olarak bölgesel emisyon envanterlerine dahil edilse de, Kuzey Yamaç'ta araç veya ekipman faaliyeti olan hiçbir asfalt alan tespit edilmemiştir. ERG emisyonları, asfaltsız yol VMT'sini AP-42, Bölüm 13.2.2⁽⁴³⁾'de bulunan ampirik denklemlerden türetilen emisyon faktörleriyle çarparak tahmin etmiştir; Kuzey Yamaç köyleri için kamuya açık yollar denklemi (Denklem 1b) kullanılırken, Dalton Otoyolu, Prudhoe Körfezi petrol ve gaz sahaları ve TAPS devriyeleri için endüstriyel yollar denklemi (Denklem 1a) kullanılmıştır.

Köy yolu toz emisyonları Barrow için tahmin edilmiş ve daha sonra nüfusa dayalı olarak diğer köylere ekstrapole edilmiştir. Dalton Otoyolu için ayrıntılı araç trafiği bilgileri mevcuttu; ADOT&PF verilerine göre, Atigun Nehri'nden Deadhorse'a kadar olan günlük VMT'nin yaklaşık yüzde 82'si kamyonlardan kaynaklanıyordu.³⁹TAPS boru hattı gözetim devriyeleri ve Prudhoe Bay petrol ve gaz sahasındaki araç faaliyetleriyle ilişkili VMT'yi tahmin etmek için varsayımlar yapılmıştır.

Bu çalışmada silt içeriği örnekleri toplanmamış olsa da, ERG daha önce Dalton Otoyolu'nda toplanan ve tüm asfaltsız toz hesaplamaları için kullanılan yüzde 25'lik bir silt içeriği değeri belirlemiştir.⁴⁴Köylerdeki araç seyahati için ortalama 35 mil/saat hız varsayılmıştır.

Emisyon faktörü denklemleri, ölçülebilir yağışın olduğu günlerin sayısını hesaba katan bir düzeltme faktörü içerir. Kış aylarında ölçülebilir yağışın olmadığı bazı günler olmasına rağmen, aşırı düşük sıcaklıklar nedeniyle kalan kar ve buz örtüsü de asfaltsız yol tozu emisyonlarını engellemektedir. NSB Kamu İşleri Departmanı personeli ile yapılan görüşmeler, asfaltsız yol tozu emisyonlarının esas olarak yaz aylarında, Mayıs ve Ekim ayları arasında meydana geldiğini ortaya koymuştur.⁽⁴⁵⁾

Diğer Kaynaklar

Belediye katı atıkları (MSW), toplam atık hacmini azaltmak ve yabani hayvanların leş yemesini engellemek için Kuzey Yamaç düzenli depolama sahalarında yaygın olarak yakılmaktadır. Barrow'daki atıklar Barrow Termal Oksidasyon Sistemi (TOS) Tesisinde yakılmaktadır; yakılan MSW miktarları NSB Bayındırlık İşleri Departmanı personeli tarafından sağlanmıştır.⁽⁴⁶⁾Geri kalan yedi köyde, atıklar ya bir yakma kutusunda, yakma kafesinde ya da bir hendekte topluluk düzenli depolama sahalarında yakılmaktadır. Tespit edilebildiği kadarıyla, Kuzey Yamaç köylerindeki bireysel konutlarda bulunan yakma yığınlarında veya yakma varillerinde atık yakılmamaktadır. Her bir köy atık sahası için NSB Bayındırlık İşleri Departmanı personeli taşınan atık miktarını ve depolanan atık miktarını vermiştir.⁽⁴⁶⁾Bu iki miktar arasındaki farkın yakılan atık miktarı olduğu varsayılmıştır.

Sekiz North Slope köyünün her birinde atık su arıtımı yapılmaktadır. Barrow atık su arıtma tesisi ultraviyole arıtmalı bir biyoreaktör membran filtrasyon sistemi iken, diğer köy atık su arıtma tesisleri genişletilmiş aktif çamur prosesine dayalı daha basit paket tesislerdir. Arıtılmış atık su çıkış suyu miktarları NSB Bayındırlık İşleri Departmanı personeli tarafından sağlanmıştır.⁽⁴⁷⁾NSB ayrıca Hizmet Alanı 10'da bir atık su arıtma tesisi işletmektedir; ancak arıtılmış atık su çıkış suyu miktarları tespit edilememiştir.

Sekiz North Slope köyünün her birinde ve petrol ve gaz sahalarında hem karayolu motorlu taşıtlarına hem de karayolu dışı mobil kaynaklara yakıt ikmali yapılmaktadır. Benzinin ULSD'ye kıyasla nispeten daha yüksek uçuculuğu nedeniyle ERG sadece benzin yakıt ikmali emisyonlarını tahmin etmiştir. Barrow "benzin istasyonu" olan tek köydür (yani ASRC SKW Eskimos); diğer köylerde basit bağımsız benzin ve ULSD pompaları vardır. Anaktuvuk Pass, Atqasuk, Nuiqsut, Point Lay ve Wainwright'ta bu pompalar köyün tank çiftliğinde yer alırken, Kaktovik ve Point Hope'ta bir benzin istasyonunda yer almaktadır.

⁴⁸Petrol ve gaz sahalarında, araçlara yakıt ikmal öncelikle yakıt ikmal kamyonlarından yapılmaktadır. Yakıt ikmal emisyon faktörleri, Aşama II kontrolleri olmaksızın MOVES modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.

YÖNTEM - EMİSYON ENVANTERİ PROJEKSİYONLARI

BOEM'in Alaska OCS'de ve kıyıya yakın eyalet sularında gelecekteki petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretim faaliyetlerinin hava kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemesine yardımcı olmak için ERG ayrıca gelecek yıl emisyon envanteri projeksiyonları geliştirmiştir. Gelecek yıl emisyon envanteri projeksiyonları, Arktik OCS'de makul ölçüde öngörülebilir olan ve uzun bir süre devam etmesi beklenen kaynakları ve faaliyetleri kapsamaktadır. Projeksiyonlar BOEM tarafından tanımlanan bir gelecek senaryosunu yansıtmaktadır.²Projeksiyonlar ayrıca yeni üretim tesislerinin işletilmesi; artan TAPS verimi; açık deniz üretimini desteklemek için gerekli olan artan havaalanı faaliyetleri ve beklenen açık deniz petrolünü taşımak için yeni kara boru hatlarının inşası ve işletilmesi dahil olmak üzere belirli kara kaynaklarından gelecekteki emisyonlardaki potansiyel artışları da içermektedir. Son olarak, projeksiyonlar gelecekte münhasıran ULSD kullanımına geçmesi beklenen belirli sabit ve alan kaynakları için azalan emisyonları yansıtmaktadır.

Açık Deniz Kaynakları

Açık deniz projeksiyonu emisyon envanteri, açık deniz operasyonlarının "tamamen inşa edildiği" gelecekteki tek bir yılı temsil eder ve sismik, jeoteknik, jeolojik tehlike ve buz üzerinde araştırmalar; keşif sondajı; platform inşaatı; çakıl adası inşaatı; boru döşeme; aktif üretim platformları; ve potansiyel dökülme olayları.

BOEM²tarafından geliştirilen açık deniz projeksiyon senaryosu, Şekil 7'de belirtildiği gibi Chukchi Denizi'nde iki ve Beaufort Denizi'nde dört saha içermektedir (Şekil ayrıca aşağıda tartışılan Liberty (çakıl) Adası'nın beklenen yerini de göstermektedir). Projeksiyon senaryosu kullanılacak belirli gemi ve uçakları, gerçek faaliyet dönemlerini veya gerçek gemi trafik düzenlerini tanımlamadığı için bir dizi varsayım yapılmıştır.

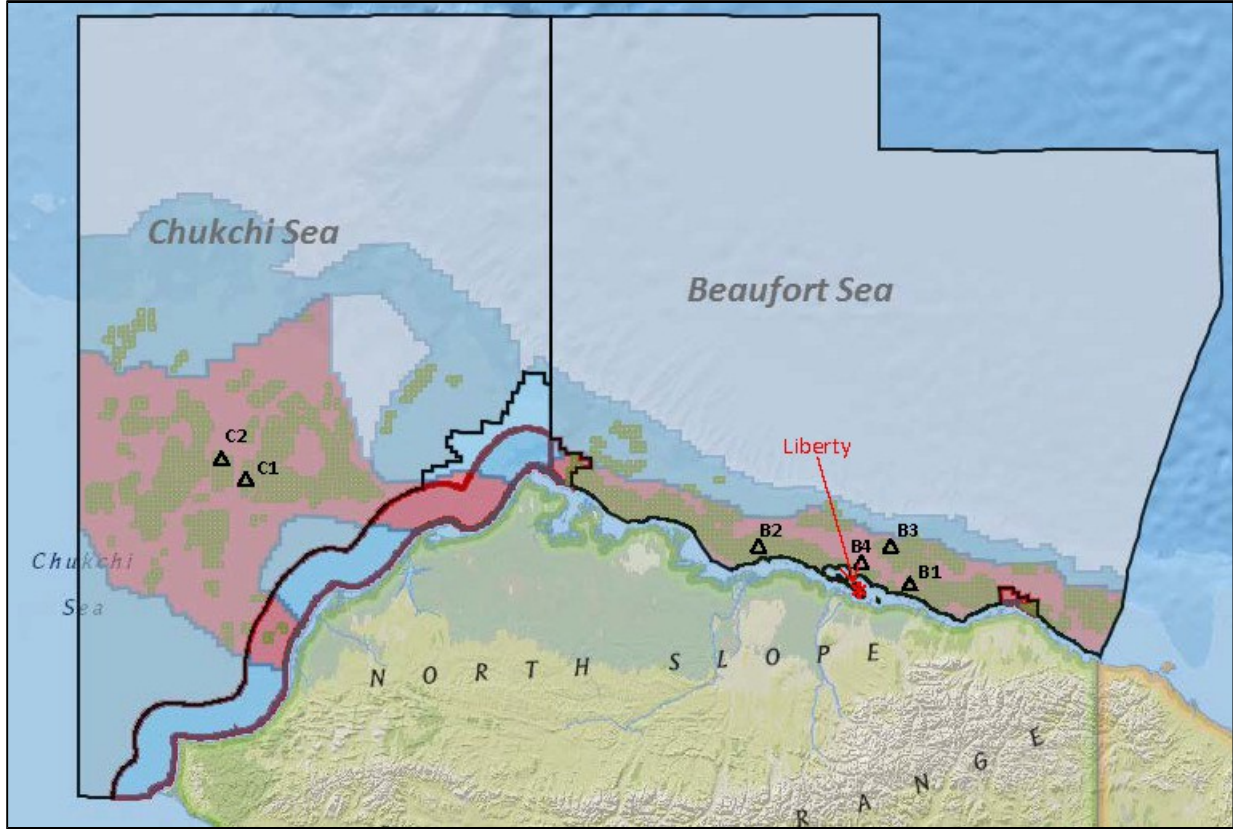
Sismik Araştırma Gemileri

Gelecek senaryosu için, her bir sismik araştırma gemisinin bir destek gemisine ve bir buz kırıcı/izci gemisine ihtiyaç duyacağı varsayılmıştır. Sismik araştırma gemisi faaliyet tahminleri için 2012 yaklaşımına benzer şekilde, sismik araştırma ve destek gemilerinin M/V Geo Arctic ve Polar Prince ile aynı özelliklere sahip olduğu varsayılmıştır. Keşif gemisinin 1.268 kW güç değerine sahip olduğu varsayılmıştır.⁴⁹Jeolojik tehlike ve jeoteknik araştırmalar için, BOEM tarafından derlenen Arktik araştırma filosu verilerine dayanarak, her biri ortalama 1.519 kW güç değerine sahip iki araştırma gemisi ve her biri ortalama 824 kW güç değerine sahip altı destek gemisi kullanılacağı varsayılmıştır.⁵⁰Bu araştırma gemileri için emisyon faktörleri ULSD yakıtların (15 ppm kükürt) yakılması içindir.

Araştırma ve destek gemilerine ek olarak, destek helikopterleri de malzeme dağıtımı ve personel transferi için araştırma gemilerini ziyaret etmektedir. Deniz buzunun eridiği 120 günlük açık su sezonu boyunca (Temmuz'dan Ekim'e kadar), helikopterlerin havaalanından araştırma gemilerinin faaliyet gösterdiği bölgeye haftada üç kez 100 mil/saat seyir hızıyla uçacağı varsayılmıştır. LTO'lardan kaynaklanan emisyonlar FAA'nın EDMS'si kullanılarak Sikorsky SH-60 Sea Hawk için hesaplanmıştır.⁵

Şekil 7. Açık denizde öngörülen gelişme alanları.

Veri Kaynağı: Referans 2



Keşif Sondajı

Projeksiyon senaryosunda, keşif sondajı ve deniz altı kuyu inşaatının devam etmesi beklenmektedir; her iki faaliyet de sondaj kulelerinin, özellikle de sondaj gemilerinin ve krikoların kullanılmasını gerektirecektir. Potansiyel sondaj faaliyeti yerleri (B1, B2, B3, B4, C1 ve C2) Şekil 7'de belirtilmiştir. BOEM, Tablo 2'de özetlenen öngörülen günlük faaliyeti²sağlamıştır.

Öngörülen sondaj operasyonlarına helikopterler ve uçaklar da dahil olacaktır. Chukchi sahalarında, helikopterlerin Barrow Havaalanı'ndan sondaj sahalarına haftada 12 gidiş-dönüş sefer yapacağı ve sefer başına üç saat uçaacağı varsayılmıştır. Uçakların, Barrow Havaalanı'ndaki helikopterlere malzeme getirmek için Wainwright Havaalanı ile Barrow Havaalanı arasında haftada dört kez uçuğu varsayılmıştır.⁹Yaban hayatı izleme uçaklarının haftada yedi kez ve sefer başına altı saat uçuğu varsayılmıştır. Ayrıca helikopterlerin sondaj sahalarına uçtuklarında birden fazla sondaj kulesine inecekleri varsayılmıştır; bu nedenle her yolculukta sondaj sahalarında birden fazla LTO bulunurken havalimanında yalnızca bir LTO olacaktır. Helikopter ve uçakların deniz buzunun eridiği 120 günlük açık su sezonunun tamamında (Temmuz'dan Ekim'e kadar) uçuğu varsayılmıştır. Uçak ve helikopter LTO emisyonları FAA'nın EDMS'i kullanılarak tahmin edilmiştir.⁵

Tablo 2. Öngörülen sondaj faaliyeti.

Faaliyet Türü	Gelişim Alanları	Gemi Tipi	Sayı Gemilerin	Wells Gemi başına	Kuyu Başına Gün	Toplam Gün Sayısı
Keşifsel	B3	Jackup	1	2	38	76
		Destek Filosu	1	2	38	76
	B4	Jackup	1	1	38	38
		Destek Filosu	1	1	38	38
	C1	Sondaj Gemisi	2	2	38	152
		Destek Filosu	1	2	38	76
Denizaltı Kuyusu	B2	Jackup	2	3	38	228
		Destek Filosu	1	3	38	114
	B3	Jackup	1	3	38	114
		Destek Filosu	1	3	38	114
	C1	Sondaj Gemisi	2	3	38	228
		Jackup	1	3	38	114
		Destek Filosu	1	3	38	114

Kaynak: Referans 2

Boru Döşeme ve Destek Gemileri

Boru hatları açık deniz platformlarını kara rafinerilerine ve depolama tesislerine bağlar ve diğer boru hatlarına bağlanır. Boru hatları özel boru döşeme gemileri kullanılarak inşa edilir. İki tür boru döşeme gemisi vardır: dev makaralardan çözülen esnek boruları yerleştiren gemiler (S lay) ve denizdeyken birbirine kaynak yapılan sırtlı boruları yerleştiren gemiler. Boru döşeme gemileri ayrıca büyük ağır yük vinçlerinin kullanılmasını gerektiren su altı vanaları ve pompaları da kurar. Boru döşeme gemileri, Kategori 2 veya 3 tahrik motorları ve Kategori 2 yardımcı motorlarla donatılmış kendinden tahrikli gemiler olabileceği gibi, sahaya çekmek için römorkörlere ihtiyaç duyan kendinden tahrikli olmayan mavnalar da olabilir. Bu mavnalar boru döşemek için özel olarak tasarlanmıştır ve büyük yardımcı motorlarla donatılmıştır. Boru döşeme gemisi emisyonları, boru hattı inşaat hizmetleri sağlayan gemilerin yanı sıra ilgili destek gemileri ve taraklar için tahminleri içerir.

Her bir boru döşeme gemisinin dört destek gemisine ihtiyaç duyduğu varsayılmıştır.²Boru döşeme gemilerinin ve ilgili destek gemilerinin de günde 24 saat çalışarak günde 1 mil hızla boru döşedikleri varsayılmıştır.⁵¹Öngörülen boru döşeme faaliyeti verileri geminin güç değeri, yük faktörü ve kW-saat cinsinden çalışma saatlerinden elde edilmiştir. Temsili bir buz sınıfı boru döşeme gemisi baz alınarak gemi güç oranının 67.200 kW⁵²ve ilgili destek gemileri için 3.820 kW olduğu varsayılmıştır.⁷Çalışma saatleri, hem Beaufort hem de Chukchi Denizlerinde inşa edilen mil cinsinden toplam boru hattı uzunluğuna dayanmaktadır.²

Platform İnşaatı

Açık denizde çıkarma işlemi için çeşitli tiplerde açık deniz platformları kullanılmaktadır. BOEM'in senaryosunda, Kuzey Yamacı açıklarında inşa edilecek platformların kış buz akışlarına dayanacak şekilde inşa edilmiş yerçekimine dayalı yapılar (GBS) olması beklenmektedir. GBS platformları tipik olarak saha dışında bir kuru havuzda veya korumalı bir limanın bitişiğinde inşa edilir. Taban ve üst kısım ayrı ayrı inşa edilir. Taban tipik olarak daha derin bir su konumuna çekilir ve burada yapıya su pompalanarak yüzeyin altına batması sağlanır. Daha sonra, üst taraftaki yapı tabanın üzerine yerleştirilir ve basınçlı hava eklenerek tabanın yükselmesi ve üst taraftaki yapıya bağlanması sağlanır. Birleşik taban ve üst yapı daha sonra GBS'nin çalışacağı sahaya çekilir. GBS sahaya ulaştığında, platform

dikkatlice yerleştirilir ve tabana balast suyu eklenerek yavaşça deniz tabanına batması sağlanır. Daha sonra balast suyu, tabanı deniz tabanına sabitlemek için gerekli kütleyi sağlamak üzere taş, kum veya beton gibi daha yoğun malzemelerle yer değiştirir.^{53,54} Öngörülen yıl emisyon envanteri, GBS'nin sahaya çekilmesi, platformun konumlandırılması, tabanın balastlanması ve platform inşaatının tamamlanması için gerekli destek gemisi ve helikopter faaliyetlerine dahil olan gemileri içermektedir.

ERG, öngörülen açık deniz platform inşaatı için emisyon tahminleri geliştirirken, Kuzey Kutbu'nda beklenenlere benzer diğer uygulamaları belirlemiş⁵⁵ ve Kanada'nın Newfoundland kıyılarındaki Hibernian Platformu'nun Kuzey Kutbu GBS faaliyetlerini temel almak için uygun bir model olduğuna karar vermiştir.^{56,57,58} Diğer GBS'lerde olduğu gibi, Arktik'teki platformların saha dışında (özel kuru havuzlar veya daha derin su konumları gerektiğinden Kuzey Yamacı'nda değil), muhtemelen Alaska'nın başka bir yerinde veya Kanada'nın batı kıyısında inşa edileceği ve Beaufort ve Chukchi Denizlerindeki açık deniz konumlarına taşınacağı varsayılmaktadır. Çekme sırasında bir platform saatte 2 mil hızla hareket edecektir. BOEM, CBS haritalama araçlarını kullanarak öngörülen platform inşaat sahalarına giden en doğrudan rotaların haritalarını geliştirmiştir. Bu haritalama faaliyeti, her bir GBS'nin sahaya çekileceği süreyi hesaplamak için seyahat mesafelerinin bir tahminini sağlar.²

Römorkörlerin platformu yerine yerleştirmesinin 40 saat süreceği varsayılmıştır. Platform kurulduktan sonra, bir ay boyunca balast malzemesinin (örn. kaya, kum veya çimento) platformlara taşınması için iki destek römorkörüne ihtiyaç duyulacaktır. Son olarak, iki destek gemisinin kalan açık su sezonu boyunca (2,5 ay), platform inşaatını tamamlamak üzere malzeme transferi ve mürettebat değişiklikleri için faaliyetlere devam edeceği varsayılmaktadır. Bu öngörülen platform inşaatı senaryosunda ayrıca personel transferleri için haftada üç helikopter seferi varsayılmaktadır. Helikopter LTO emisyonları FAA'nın EDMS'i kullanılarak tahmin edilmiş ve en yakın limana seyir emisyonları temel envanter için kullanılan aynı yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır.⁵

Platform Operasyonları

İnşa edilen platformlar üretim kuyuları açmak, deniz yatağından ham petrol ve gaz çıkarmak, saha üretim oranlarını korumak için gazı yeniden enjekte etmek ve ürünü kıyıya pompalamak için faaliyete geçirilir. Petrol ve gazın çıkarılması ve kıyıya pompalanması süreci, bir dizi emisyon biriminden kaynaklanan yanma ve buharlaşma emisyonları yaratır. Şu anda Chukchi veya Beaufort Denizlerinde üretim platformu bulunmadığından, Arktik platformlar için gerçek ünite proses konfigürasyonlarına ilişkin ayrıntılar bilinmemektedir. Öngörülen açık deniz üretim platformları için emisyon profilleri, Cook Inlet, Alaska'da faaliyet gösteren bazı büyük açık deniz platformlarından elde edilen mevcut verilerden türetilmiştir.

Bu platformlar için emisyon verileri EPA'nın 2011 NEI ve GHGRP alt bölüm C (Yanma Kaynakları) ve alt bölüm W (Petrol ve Doğal Gaz Sistemleri) 2012 veri sunumlarından derlenmiştir. Her bir platform için kuyu sayısı Cook Inlet Tesis Değerlendirmesinden elde edilmiştir: Rapor, Nihai Taslak.⁵⁹ Her bir üretim platformundaki her bir kirlenici için bir emisyon profili geliştirilmiş, ardından kuyu başına ortalama emisyon tahmini elde etmek için ortalaması alınmıştır. Bu yaklaşım, Arktik açık deniz platformları için üretim ve enjektör kuyularının oranının Cook Inlet platformlarına benzer olacağını varsaymaktadır. Buna ek olarak, NEI sadece platformdaki en önemli kaynakları içerir (yani, küçük veya ara sıra meydana gelen kaynaklar NEI verilerine dahil edilmez); bu nedenle, üretim platformlarından kaynaklanan gerçek emisyonlar bu çalışma için hesaplanan değerlerden biraz daha büyük olabilir.

Kuyu başına ortalama Cook Inlet platform emisyonları, Tablo 3'te belirtildiği gibi BOEM'in projeksiyon senaryosundaki her bir geliştirme alanı (örneğin B1, B2, B3, B4 ve C1) için öngörülen üretim kuyusu sayısına uygulanmıştır. Her bir üretim platformunda bulunan emisyon kaynaklarına ek olarak, destek helikopterleri de malzeme bırakmak ve personel transfer etmek için üretim platformlarını ziyaret etmektedir. Personel transferleri için haftada üç helikopter seferinin gerçekleşeceği varsayılmıştır.

Tablo 3. Platform üstü ve deniz altı üretim kuyularının öngörülen sayısı.

Konum	Kuyu Tipi	Gelişim Alanları	Kuyu Sayısı
Beaufort Denizi	Platform üzerinde	B1	27
Beaufort Denizi	Platform üzerinde	B2	81
Beaufort Denizi	Platform üzerinde	B3	54
Beaufort Denizi	Platform üzerinde	B4	54
Beaufort Denizi	Denizaltı	B2	23
Beaufort Denizi	Denizaltı	B3	11
Çukçi Denizi	Platform üzerinde	C1	260
Çukçi Denizi	Denizaltı	C1	9
Özgürlük Adası	-	-	32

Kaynak: Referans 2

Dökülmeler

BOEM, Chukchi ve Beaufort Denizlerindeki petrol ve gaz arama, geliştirme ve üretim faaliyetlerinden kaynaklanan döküntülerle ilişkili emisyonlar olabileceğini öngörmektedir. Buna döküntüden kaynaklanan buharlaşma ve döküntü müdahale gemilerinin çalıştırılmasıyla ilişkili emisyonlar dahildir. Açık deniz petrol döküntülerinden kaynaklanan hava emisyonlarını tahmin etmek için BOEM, dökülebilecek potansiyel ham petrol ve dizel hacimlerini sağlamıştır.²Chukchi ve Beaufort Denizlerindeki döküntülerden kaynaklanan emisyonların modellenmesinde kullanılan ham petrol bileşiminin Kuzey Yamacında üretilene eşdeğer olacağı varsayılmıştır.⁶⁰Dökülen petrol ve dizel hacminden kaynaklanan buharlaşma emisyonları, farklı su sıcaklıkları için açık deniz döküntülerinden kaynaklanan emisyon aralığını ölçen buharlaşma emisyon eğrileri kullanılarak geliştirilmiştir. Hem ham petrol hem de dizel su üzerinde hızla yayıldığı için buharlaşma hesaplamalarında dökülmenin film kalınlığı dikkate alınmaz. Kış su sıcaklıkları (-2°C) ve yaz su sıcaklıkları (5°C) ile ilişkili ham petrol ve dizel dökülmelerinden sonra meydana gelen süreye göre buharlaşma yüzdesine dayalı olarak geliştirilen buharlaşma eğrileri, en soğuk aylarda bile dökülen ham petrol ve dizelin uçucu içeriğinin çoğunun bir ila iki gün içinde buharlaşacağını göstermektedir.^{60,61,62}Cook Inlet'teki temizlik ekiplerinin deneyimi de dizel dökülmelerinin iki gün içinde tamamen dağılacığını göstermektedir.⁶³

Döküntüden kaynaklanan buharlaşan emisyonlara ek olarak, döküntü müdahale gemilerinden kaynaklanan yanma emisyonları da meydana gelecektir. Bu gemiler arasında petrol döküntüsü müdahale gemileri, römorkör ve petrol döküntüsü muhafaza sistemi mavnaları (açık denizde işletilen), kepçe botları ve çalışma botları bulunmaktadır. Petrol döküntüsü müdahale gemilerinin boyutları ve kapasiteleri farklılık göstermektedir; Arktik sularda çalışan gemiler daha büyüktür ve daha büyük döküntü temizleme kapasitesine sahiptir ve daha az zorlu ortamlarda çalışan benzer gemilere göre geri kazanılan petrol ürünleri için daha fazla tutma kapasitesine sahiptir. Sıyırıcı tekneler, dahili petrol sıyırıcıları olan küçük, 75 fitlik teknelerdir ve buz içinde ve çevresinde hızlı ve manevra kabiliyetine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Petrol döküntüsü emisyon tahminlerine altı iş teknesi dahil edilmiştir. Bu küçük tekneler yüzeyde yüzen ürünü sınırlayan ve birleştiren bomların yerleştirilmesine yardımcı olur. Petrol döküntüsü geri kazanım filoları genellikle bir petrol döküntüsünden geri kazanılabilecek ham petrol, emülsiyon ve serbest suyu depolamak ve taşımak için tankerler içerir.

Dökülmeye müdahale faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonları tahmin etmek için, halihazırda filoda bulunan gemilerin güç değerleri, tahrik ve yardımcı motorlar için derlenmiştir. Bu gemilerin 1.700 varillik bir boru hattı sızıntısı için üç gün; 5.100 varillik bir açık deniz platformu ham petrol sızıntısı için beş gün; ve 48 varillik bir dizel sızıntısı için iki gün denizde kalacağı varsayımıyla birlikte tipik işletme yükleri de dahil edilmiştir. Bu süre

Daha büyük gemilerin günde 24 saat, römorkör ve diğer teknelerin ise günde 12 saat çalıştığı varsayılmıştır. Petrol ve gaz endüstrisi ile ilişkili gemiler için kullanılan emisyon faktörlerinin ULSD yakıtlara dayalı olduğu varsayılmıştır.

Kıyı Kaynakları

ERG, açık deniz projeksiyon senaryosuyla tutarlı bir gelecek yılda inşa edilmesi ve/veya işletilmesi makul olarak beklenebilecek kaynaklar için beklenen gelecek yıl emisyonlarını temsil eden karada öngörülen emisyonları tahmin etmiştir. Bu kaynaklar aşağıda açıklanmaktadır. Bu gelecek yıl senaryosunda ele alınmayan kaynaklar ve faaliyetler arasında mevcut kara petrol ve gaz üretim tesisi faaliyetleri ve petrol/gazla ilgili olmayan bazı sabit noktasal ve mobil kaynaklar yer almaktadır, çünkü bu kaynaklar için gelecekteki faaliyetlere ilişkin herhangi bir tahmin şu anda oldukça spekülatif olacaktır. Ayrıca, gelecekteki (2012 sonrası) hiçbir düzenlemenin mevcut kara petrol ve gaz üretim tesislerinden ve petrol/gazla ilgili olmayan sabit noktasal ve mobil kaynaklardan gelecekteki emisyonları azaltmasının beklenmediğini de unutmayın: 2014 yılında yürürlüğe giren Tier 4 dizel üretici emisyon standartları. Bu standartlar, 2012'den sonra eski motorlar değiştirildikçe etkilenen motorlardan kaynaklanan emisyonları azaltmaya hizmet edecek olsa da, devir hızını tahmin etmek zordur. Bu nedenle ERG, modelleme için bu emisyonların muhafazakar bir şekilde yüksek bir tahminini sağlayacak olan bu azalmaları tahmin etmemiştir.

Yeni Petrol ve Gaz Üretim Tesisleri

Gelecekteki kara petrol ve gaz arama ve üretim tesislerinden kaynaklanan tahmini emisyonlar, planlanan tesislerle ilgili mevcut bilgiler ve mevcut tesislerin emisyon verileri bir arada kullanılarak tahmin edilmiştir. Gelecekteki dört üretim tesisi Greater Moose's Tooth Unit 1, Point Thomson Üretim Tesis, Alpine'deki CD-5 Uydu ve planlanan Chukchi kıyısı işleme üretim üssü tesisidir. Bu tesislerin her birinden öngörülen emisyonları tahmin etmek için kullanılan metodoloji ADEC inşaat izinlerine, BLM EIS'ye ve benzer mevcut tesisler için gerçek emisyon tahminlerine dayanmaktadır. Bu tesislerin her biri aşağıda ayrı ayrı ele alınmaktadır.

Greater Moose's Tooth Unit 1 projesi ConocoPhillips tarafından yürütülmektedir. Ünite 1, mevcut Alpine Merkezi İşleme Tesisinin batısında, Ulusal Petrol Rezervi-Alaska'da (NPR-A) bulunan Alpine uydu sahasında yer alacaktır. Önerilen proje için emisyon verileri BLM aracılığıyla temin edilebilir.⁶⁴

Point Thomson projesi ExxonMobil tarafından mevcut Badami Üretim Tesisinin yaklaşık 20 mil doğusunda yürütülmektedir. Mevcut North Slope sahalarından farklı olarak Point Thomson, tahmini 8 trilyon feet küp (TCF) gaz ve 200 milyon varil kondensat içeren bir doğal gaz sahasıdır. Bu tesisin inşaatına 2008 yılında başlanmıştır ve TAPS'a ilk kondensat üretiminin 2015 sonu veya 2016 başında başlaması beklenmektedir. ADEC, 7 Ağustos 2014 tarihinde bu tesis için revize edilmiş bir inşaat izni vermiştir.⁶⁵Point Thomson Üretim Tesis için emisyon tahminleri, izinde listelenen PTE'ye ve mevcut kaynaklar için geliştirilen emisyon karakterizasyon profillerine dayanmaktadır.

CD-5 Satellite projesi ConocoPhillips tarafından yürütülmektedir ve NPR-A'daki mevcut Alpine sahasının yaklaşık 6 mil batısında yer alan yeni bir üretim sondaj sahası ve kuyu pedinden oluşacaktır. İlk üretimin 2015 yılı sonlarında yapılması beklenmektedir. ADEC bu tesis için 17 Eylül 2009 tarihinde revize edilmiş bir inşaat izni vermiştir.⁶⁶Alpine Satellite CD-5 tesisi için emisyon tahminleri izinde listelenen PTE'ye ve mevcut kaynaklar için geliştirilen emisyon karakterizasyon profillerine dayanmaktadır.

Yeni işleme üretim üssü tesisi Kuzey Yamacı'nın batı kıyısında yer alacak ve Chukchi Denizi'nde faaliyet gösteren açık deniz platformlarından gelen sıvıları işleyecektir. Herhangi bir izin veya

Yılda 200 milyon varil maksimum pik üretime sahip olacağı öngörülen bu potansiyel tesis için mevcut veriler mevcuttur. Yeni işleme tesisi için inşaat emisyonları Greater Moose's Tooth Unit 1 ile ilişkili inşaat emisyonları temel alınarak tahmin edilmiştir.⁶⁶Greater Moose's Tooth Unit 1 için inşaat emisyonları, önerilen tesis ayak izinin Greater Moose's Tooth Unit 1 ped ayak izine bölünmesi oranına göre ölçeklendirilmiştir. Bu tahmin için yalnızca buz yollarından, çakıl yollardan ve pedlerden ve tesis kurulum inşaat faaliyetlerinden (hem karayolu motorlu taşıtları hem de karayolu dışı ekipmanlar) kaynaklanan emisyonlar kullanılmıştır. Bu tesisin işletilmesinden kaynaklanan emisyon tahminleri, planlanan Chukchi kıyısı işleme tesisinin daha büyük kapasitesini yansıtacak şekilde ölçeklendirilen Alpine Merkezi Üretim Tesisi için üretilen emisyon verilerine dayanmaktadır.

Yeni Boru Hattı İnşaatı ve Operasyonları

Yeni açık deniz üretimini TAPS'a ve mevcut besleyici boru hatlarına taşımak için inşa edilecek ve işletilecek iki yeni kara boru hattı için inşaat emisyonları, Büyük Geyik Dişi Ünitesi 1 ile ilişkili inşaat emisyonlarına dayanarak tahmin edilmiştir.⁶⁶Beaufort Denizi için toplam 20 mil yeni boru hattı inşa edilmesi öngörülmektedir. Çukçi Denizi için, Çukçi Denizi kıyısından TAPS'a uzanan 300 mil uzunluğunda bir boru hattının yılda 75 mil hızla inşa edilmesi öngörülmektedir. Greater Moose's Tooth Ünitesi 1 için inşaat emisyonları, önerilen boru hattı uzunluğunun Greater Moose's Tooth Ünitesi 1 ile ilişkili boru hattı uzunluğuna bölünmesi oranına göre ölçeklendirilmiştir. Bu tahmin için yalnızca boru hatları, enerji hatları, fiber optikler, buz yolları, çakıl yollar ve pedler ile tesis kurulum inşaat faaliyetlerinden (hem karayolu motorlu taşıtları hem de karayolu dışı ekipmanlar) kaynaklanan emisyonlar kullanılmıştır. İki yeni boru hattından kaynaklanan işletme emisyonları, TAPS işletme emisyonlarının boru hattı oranına göre ölçeklendirilmesiyle tahmin edilmiştir. Ölçeklendirilen tek TAPS işletme emisyonları boru hattı kaçakları, pigging operasyonu emisyonları ve karayolu devriye aracı emisyonlarıdır; diğer TAPS operasyonlarından kaynaklanan emisyonlar, bunların artan iş hacmiyle artması beklenmediğinden tahmin edilmemiştir.

Liberty Island İnşaat ve Sondaj

Liberty Adası, kıyıya boru hatları olan geleneksel bir çakıl ada üzerinde yer alan bağımsız bir açık deniz sondaj/üretim tesisi olacaktır. Ada, Beaufort Denizi'ndeki Foggy Island Körfezi'nde yaklaşık 21 fit suda inşa edilecektir. Liberty Adası tarafından gelecekte salınması beklenen emisyonlar inşaat, ardından da sondaj ve üretim faaliyetlerinden kaynaklanacaktır. Liberty Adası için inşaat emisyonları, Greater Moose's Tooth Ünitesi 1 ile ilişkili inşaat emisyonları temel alınarak tahmin edilmiştir.⁶⁶Greater Moose's Tooth Ünitesi 1 için inşaat emisyonları, Liberty Adası⁶⁷için kullanılacak çakıl miktarının Greater Moose's Tooth Ünitesi 1 için kullanılacak çakıl miktarına bölünmesiyle elde edilen orana göre ölçeklendirilmiştir. Bu tahmin için yalnızca buz yolları, çakıl yollar ve pedler ve tesis kurulum inşaat faaliyetlerinden (hem karayolu motorlu taşıtları hem de karayolu dışı ekipmanlar) kaynaklanan emisyonlar kullanılmıştır. Liberty Island sondaj operasyonu için emisyon tahminleri Kuparuk Nehri Taşınabilir Sondaj Makinaları Yenileme Başvurusundan⁶⁸ve BOEM senaryosunda belirtildiği gibi açılacak üretim kuyularının en yüksek sayısından elde edilmiştir².

Havaalanları, Uçak ve İkmal Botu Terminali

Kuzey Yamacı'nda açık deniz faaliyetleri arttıkça, malzeme ve personel taşımacılığı için havacılığın da orantılı olarak artması beklenmektedir. Ek yerel helikopter ve küçük uçak faaliyetlerinin de açık deniz platformlarına gerekli desteği sağlamanın yanı sıra yaban hayatı ve boru hattı gözetimi için artması beklenmektedir. Projeksiyon senaryosunun bu bölümü, havalimanlarının yakınında meydana gelen havacılıkla ilgili emisyonları içermektedir.

Havaalanı emisyonları, FAA'nın 2012-2032 Mali Yılları Havacılık ve Uzay Tahminlerinden alınan FAA Hava Trafik Faaliyetleri⁶⁹kullanılarak geleceğe yansıtılmıştır. Bu faaliyetlerin iniş ve kalkış olmak üzere iki ayrı operasyondan oluşan bir LTO döngüsü cinsinden verildiğini unutmayın. Bu çalışmada operasyonlar sadece büyüme faktörlerini geliştirmek için kullanılmıştır; havacılık emisyonlarını tahmin etmek için havalimanları ve platformlar için LTO verileri kullanılmıştır. FAA projeksiyon faaliyet verileri, uçak tipine (ticari hava taşıyıcıları, hava taksileri ve genel havacılık) göre faaliyetteki değişiklikleri açıklamaktadır. Öngörülen uçak tipi büyüme faktörleri, 2020 yılı ulusal faaliyet verilerinin (BOEM senaryosu için beklenebilecek bir yıllı orantılı ve muhafazakar bir şekilde yüksek bir büyüme seviyesi sağladığı varsayılmıştır) her bir uçak tipi için 2012 yılı ulusal verilerine bölünmesiyle hesaplanmıştır. Öngörülen büyüme faktörleri daha sonra uçak kategorilerine göre her bir havalimanı için 2012 emisyon verilerine uygulanmıştır.

Artan uçak faaliyetlerini desteklemek için, aşağıdakiler de dahil olmak üzere bir dizi ek tesisin inşa edilmesi gerekecektir: bir Keşif Üssü, bir Hava Destek Üssü ve bir Arama ve Kurtarma Üssü. Ayrıca, Çukçi Denizi'ndeki açık deniz üretimini desteklemek için yeni bir İkmal Botu Terminali inşa edilecektir. ERG, Arama Üssü, Hava Destek Üssü ve Arama Kurtarma Üssü'nün mevcut bir havaalanının genişletilmesi şeklinde inşa edileceğini varsayılmıştır. Ayrıca, ayrı ve farklı bir tesis olmasına rağmen, İkmal Botu Terminali'nin üretim üssü işleme tesisi ile birlikte inşa edileceği varsayılmıştır. Bu dört tesisin tam büyüklüğü bilinmemektedir. Bu tesisler mevcut veya önerilen diğer tesislere bitişik olacağından, tesislerin aşırı büyük olması beklenmemektedir. Aşağıdaki tesis boyutları varsayılmıştır: Keşif Üssü (20 dönüm), Hava Destek Üssü (20 dönüm), Arama ve Kurtarma Üssü (15 dönüm) ve İkmal Botu Terminali (10 dönüm). Bu dört tesisten kaynaklanan inşaat emisyonları, Greater Moose's Tooth Ünite 1 için inşaat emisyonlarına dayandırılmış ve önerilen tesis ayak izinin Greater Moose's Tooth Ünite 1 ped ayak izine bölünmesi oranına göre ölçeklendirilmiştir. Bu tahmin için yalnızca buz yollarından, çakıl yollardan ve pedlerden ve tesis kurulum inşaat faaliyetlerinden (hem karayolu motorlu taşıt hem de karayolu dışı ekipman) kaynaklanan emisyonlar kullanılmıştır.

TransAlaska Boru Hattı Sistemi

Gelecek yıl artan üretim, TAPS ile ilişkili mevcut emisyonların bir kısmını etkileyecektir. Alyeska Pipeline Service Company (APSC) istatistiklerine göre, 2012 TAPS üretim miktarı 200 milyon varilin biraz üzerindeydi,²⁴dolayısıyla gelecek yıl artan üretim TAPS üretim miktarını etkili bir şekilde ikiye katlayacaktır. ERG, TAPS ile ilişkili şu emisyon kaynaklarının artan üretim hacmiyle birlikte artacağını varsayılmıştır: pompa istasyonları, boru hattı kaçakları ve doğal gaz tedarik hattı kaçakları. ADEC'in çevrimiçi Noktasal Kaynak Emisyonları Envanterinden alınan pompa istasyonu envanterlerinin incelenmesi, üretimin azalmasıyla pompa istasyonu emisyonlarının azalması yönünde genel bir eğilim olduğunu göstermiştir.⁶⁵Tersine, üretimin artması emisyonların artmasıyla sonuçlanmalıdır. Pompa istasyonları, boru hattı kaçakları ve doğal gaz tedarik hattı kaçakları için gelecek yıl emisyonları 2012 emisyonlarının iki katına çıkarılmasıyla tahmin edilmiştir. Yol devriyeleri, havadan gözetim, pigging operasyonları ve boru hattı değiştirme ve onarımı için gelecek yıl emisyonlarının artmadığı varsayılmıştır.

Petrol ve Gaz Dışı Sabit Noktasal ve Alan Kaynakları

Petrol ve gaz dışı kaynaklar arasında North Slope köylerinde faaliyet gösteren hava emisyon kaynakları (hem sabit hem de mobil) ve tüm ekipman ve araçlarda ULSD yakılması (2017 yılına kadar tamamen uygulanması beklenmektedir) yer almaktadır. Karayolu motorlu taşıtlarının ve karayolu dışı mobil kaynakların 2012 yılı emisyon modellemesi ULSD kullanılarak yapılmıştır; ancak, bir dizi noktasal kaynak (yani, yedi okul, dört Hava Kuvvetleri LRRS tesisi, beş enerji santrali ve Hizmet Alanı 10 yakma fırını) ve iki alan kaynağı kategorisi (yani, ticari/kurumsal yakıt yakma ve konut yakma) daha yüksek kükürt içeriğine sahip ısıtma yağı kullanmıştır. Bu kaynaklarda ULSD kullanımını hesaba katmak için, gelecek yıl SO₂emisyonları yüzde 99,4 oranında azaltılacaktır (yani, 2500 ppm kükürt içerikli kalorifer yakıtından 15 ppm kükürt içerikli ULSD'ye geçişe karşılık gelmektedir).

SONUÇLAR

Bu bölümde, Arktik AQ Modelleme Çalışması emisyon envanterinin mevcut durum emisyonları ve gelecek projeksiyonları için sonuçları sunulmaktadır.

Temel Emisyon Envanteri

Tablo 4, 5 ve 6 sırasıyla CAP'ler, sera gazları ve diğer kirleticiler (yani HAP'ler, $H_{2}S$ ve NH_3) için mevcut durum emisyon envanterini özetlemektedir. Mevcut durum emisyon envanterinde, açık deniz kaynakları sismik araştırma gemileri, sondaj kuleleri ve araştırma/sondaj destek uçakları ve gemileri; CMV; ve araştırma gemilerinden kaynaklanan emisyonları içermektedir. Karadaki kaynaklar arasında petrol ve gaz faaliyetleri (sismik araştırmalar, keşif sondajı ve petrol ve gaz üretimi); havaalanları, uçaklar ve GSE; TAPS; ve petrol ve gazla ilgili olmayan sabit ve mobil kaynaklar yer almaktadır. Bu tablolar, temel envanterdeki kara kaynaklarından kaynaklanan emisyonların açık deniz kaynaklarından kaynaklanan emisyonlardan çok daha büyük olduğunu (yani, çoğu kirleticisi için iki büyüklük sırasına göre) göstermektedir. Bu dönemde faaliyet gösteren açık deniz kaynaklarının kara kaynaklarına kıyasla çok az sayıda kaynakla sınırlı olduğu düşünüldüğünde bu sonuç beklenmedik değildir.

Tablo 4. Referans emisyonlar. Referans emisyonların özeti - kriter hava kirleticiler (ton/yıl).

Sektör	Kirleticisi						
	NO _x	SO ₂	VOC	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	Pb
Açık Deniz	1,816.3	38.2	106.0	248.6	35.8	27.2	0.005
Karada	45,733.9	1,235.2	2,886.1	14,001.9	35,643.9	4,770.8	0.325
Toplam	47,550.2	1,273.3	2,992.0	14,250.5	35,679.7	4,798.0	0.330

Tablo 5. Temel emisyonların özeti - sera gazları (ton/yıl).

Sektör	Kirleticisi			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₍₂₎ e ^a
Açık Deniz	139,982.5	0.8	6.5	141,932.6
Karada	13,567,667.1	8,791.9	29.1	13,796,134.6
Toplam	13,707,649.6	8,792.7	35.6	13,938,067.2

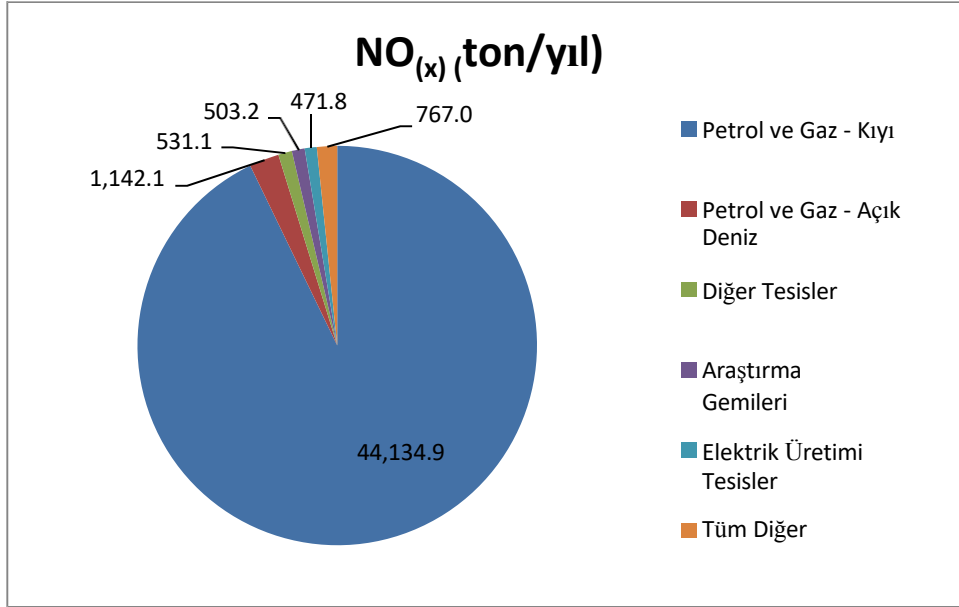
^aReferans 70'teki GWP'ler kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 6. Mevcut durum emisyonları Referans emisyonların özeti - diğer kirleticiler (ton/yıl).

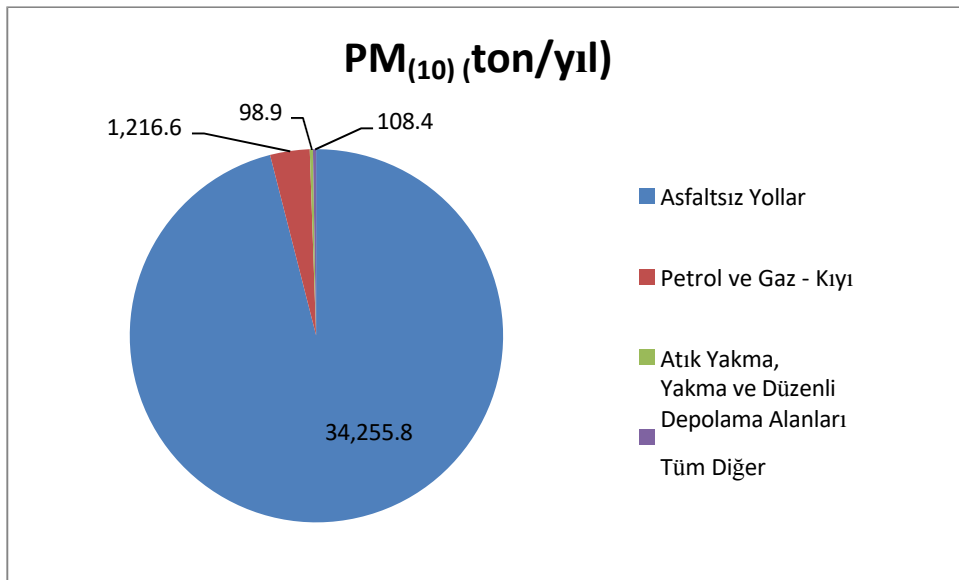
Sektör	Kirleticisi		
	HAP'lar	H ₂ S	NH ₃
Açık Deniz	18.1	0.0	0.7
Karada	390.2	16.4	4.4
Toplam	408.4	16.4	5.2

Şekil 8, 9 ve 10 NO_x, PM₁₀ ve HAP'lar için çeşitli kaynakların referans emisyon envanterine göreceli katkılarını vermektedir. Bu şekiller, karadaki petrol ve gaz kaynaklarının NO_x için referans emisyon envanterine en büyük katkıyı yapan kaynaklar olduğunu (yani diğer kaynaklardan iki kat daha büyük) ve aynı durumun CO₂ için de geçerli olduğunu göstermektedir. Asfaltsız yol tozu, toplam PM₁₀ emisyonlarının yüzde 96'sından fazlasına ve toplam PM_{2.5} emisyonlarının yaklaşık yüzde 70'ine katkıda bulunmaktadır. Diğer birkaç kaynak, diğer karayolu dışı araçlar/ekipmanlar ve karayolu benzinli kamyonlar dahil olmak üzere HAP'ların en büyük yayıcılarıdır.

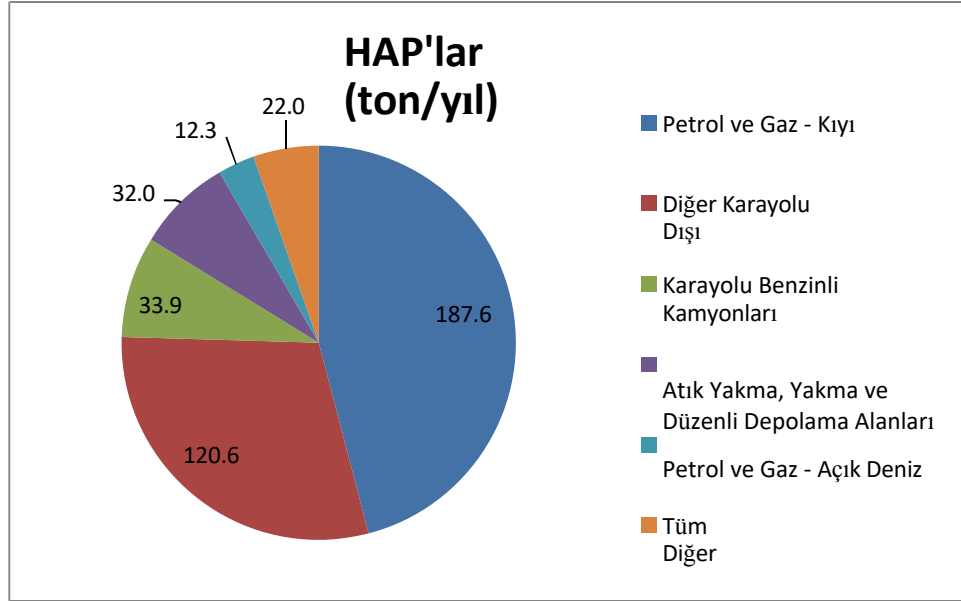
Şekil 8. Kaynaklara göre mevcut durum emisyonları - NO_x.



Şekil 9. Kaynaklara göre Kaynaklara göre referans emisyonlar - PM₁₀.



Şekil 10. Kaynaklara göre Kaynaklara göre temel emisyonlar - HAP'lar.



Tablo 7, kara petrol ve gaz sektörü için kaynak kategorisine göre mevcut durum emisyon envanterini göstermektedir. Bu tablo, kara petrol ve gaz sektöründeki kirleticiler ve kaynak kategorisine göre toplam emisyonun (ton/yıl) yanı sıra her bir kaynak kategorisinin katkıda bulunduğu toplam kirleticiler emisyonlarının yüzdesini vermektedir. Görülebileceği gibi, sektörde üretilen emisyonların çoğunluğunu üretim oluşturmaktadır.

Tablo 7. Kaynak kategorisine göre kara petrol ve gaz sektöründen seçilmiş referans emisyonlar.

Kirleticiler		Keşifsel Sondaj	Petrol ve Gaz Üretim	Sismik Araştırma Ekipman	Toplam
NO _x	Ton/yıl	1,388.2	42,260.1	144.1	43,792.4
	Toplamın Yüzdesi	3%	97%	<1%	100%
SO ₂	Ton/yıl	42.1	1,049.0	9.5	1,100.6
	Toplamın Yüzdesi	4%	95%	1%	100%
VOC	Ton/yıl	354.2	1,707.2	2.7	2,064.1
	Toplamın Yüzdesi	17%	83%	<1%	100%
CO	Ton/yıl	318.0	8,967.5	31.0	9,316.5
	Toplamın Yüzdesi	3%	96%	<1%	100%
PM ₁₀	Ton/yıl	19.0	1,168.6	10.1	1,197.7
	Toplamın Yüzdesi	2%	98%	<1%	100%
CO _{2e}	Ton/yıl	108,823.1	13,185,512.4	5,390.1	13,299,725.6
	Toplamın Yüzdesi	<1%	99%	<1%	100%

Emisyon Envanteri Projeksiyonları

Tablo 8, 9 ve 10 sırasıyla CAP'ler, sera gazları ve diğer kirleticiler (yani HAP'lar, H₂S ve NH₃) için emisyon envanteri projeksiyonlarını özetlemektedir. Bu tablolar, BOEM'in senaryosuna² dayalı olarak açık deniz kaynakları için ve makul olarak gerçekleşmesi beklenen ve artan açık deniz üretiminden ve seçilen kara nokta ve alan kaynaklarında özel ULSD yakıt kullanımından etkilenen kara kaynakları için projeksiyon emisyonlarını göstermektedir.

Bu bölümde açıklanan öngörülen emisyonların gelecek yıl öngörülen tüm emisyonları temsil etmediğini unutmayın. Öngörülen emisyonlar sadece gelecekte değişmesi (yani artması veya azalması) beklenen kaynakları ve faaliyetleri içermektedir. Ayrıca, gelecek yıl öngörülen emisyonlar, toplam gelecek yıl emisyonlarını hesaplamak için değişmesi beklenmeyen kaynakların 2012 emisyonlarına eklenmemelidir, çünkü mevcut tesislerden kaynaklanan kara petrol ve gaz emisyonları ile yeni tesislerden kaynaklanan inşaat ve işletme emisyonlarının tümü muhtemelen aynı yıl içinde gerçekleşmeyecektir. BOEM Arktik AQ çalışmasının modelleme aşamasında ERG tarafından yürütülecek gelecekteki çalışmalar, gelecekteki hava kalitesi etkilerini belirlemek için hangi spesifik kaynakların modellenmesi gerektiğini tanımlayacaktır; o zaman toplam gelecek yıl envanteri hesaplanacaktır.

Bu tablolar, açık deniz kaynakları için öngörülen emisyonların gelecekte Beaufort ve Chukchi Denizlerinde faaliyet göstermesi beklenen kaynaklar arasında neredeyse eşit olarak dağıldığını göstermektedir.

Tablo 8. Emisyon projeksiyonlarının özeti - kriter hava kirleticiler (ton/yıl).

Sektör	Kirletici						
	NO _x	SO ₂	VOC	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	Pb
Açık Deniz - Beaufort Denizi	7,474.2	561.3	417.8	1,484.6	174.5	144.5	0.017
Açık Deniz - Chukchi Denizi	6,961.9	768.5	353.1	1,528.5	173.2	149.7	0.013
Karada ^a	17,067.9	341.5	894.1	7,407.7	952.7	879.2	0.105
Toplam	31,504.0	1,671.3	1,665.0	10,420.8	1,300.4	1,173.4	0.135

^aYalnızca yeni kaynaklardan ve projeksiyon senaryosu kapsamında değişmesi beklenen kaynaklardan (yani gelecekteki yeni petrol ve gaz üretim tesisleri; yeni boru hatları; Liberty (çakıl) Adası; havaalanları, uçak ve ikmal botu terminali; TAPS; ve bazı petrol ve gaz dışı sabit nokta ve alan kaynakları) kaynaklanan emisyonları içerir.

Tablo 9. Emisyon projeksiyonlarının özeti - sera gazları (ton/yıl).

Sektör	Kirletici			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₍₂₎ ^a
Açık Deniz - Beaufort Denizi	1,293,500.1	52,375.3	181.9	2,657,097.2
Açık Deniz - Chukchi Denizi	1,532,252.9	73,618.2	242.4	3,444,957.2
Karada ^b	18,359,826.6	26,601.4	76.8	19,047,753.7
Toplam	21,185,579.6	152,594.8	501.2	25,149,808.2

^aReferans 70'teki GWP'ler kullanılarak hesaplanmıştır.

^bYalnızca yeni kaynaklardan ve projeksiyon senaryosu kapsamında değişmesi beklenen kaynaklardan (yani, gelecekteki yeni petrol ve gaz üretim tesisleri; yeni boru hatları; Liberty (çakıl) Adası; havaalanları, uçak ve ikmal botu terminali; TAPS; ve bazı petrol ve gaz dışı sabit nokta ve alan kaynakları) kaynaklanan emisyonları içerir.

Tablo 10. Emisyon projeksiyonlarının özeti - diğer kirleticiler (ton/yıl).

Sektör	Kirletici		
	HAP'lar	H ₂ S	NH ₃
Açık Deniz - Beaufort Denizi	68.3	0	2.3
Açık Deniz - Chukchi Denizi	55.9	0	1.8
Karada ^a	71.9	0	0.002
Toplam	196.1	0	4.1

^aYalnızca yeni kaynaklardan ve projeksiyon senaryosu kapsamında değişmesi beklenen kaynaklardan (yani gelecekteki yeni petrol ve gaz üretim tesisleri; yeni boru hatları; Liberty (çakıl) Adası; havaalanları, uçak ve ikmal botu terminali; TAPS; ve bazı petrol ve gaz dışı sabit nokta ve alan kaynakları) kaynaklanan emisyonları içerir.

Tablo 11 ve 12 sırasıyla CAP'ler ve sera gazları için kaynak bazında öngörülen açık deniz emisyonlarını göstermektedir. Öngörülen açık deniz emisyonlarına en büyük katkısı sağlayanlar platform işletimi, sondaj gemilerinin ikmali, boru döşeme faaliyetleri, üretim desteği ve sondaj gemileridir.

Tablo 11. Kaynak bazında emisyon projeksiyonlarının özeti - kriter hava kirleticiler (ton/yıl).

Kaynak	Kirletici						
	NO _x	SO ₂	VOC	CO	PM ₁₀	PM _{2.5}	Pb
Anket Çalışmaları	553.8	0.5	28.3	62.9	8.6	6.3	0.001
Keşif Sondajı	6,550.8	12.3	442.1	1,043.2	138.3	102.2	0.021
Boru Döşeme ve Destek Gemileri	1,705.1	1.0	87.0	191.4	26.3	19.3	0.004
Platform İnşaatı	537.9	0.6	30.5	62.5	14.0	10.3	0.002
Platform Operasyonları ve Destek Gemileri	5,061.7	1,306.0	181.7	1,650.1	159.0	154.8	0.002
Dökülmeler	26.8	9.4	1.2	3.1	1.5	1.3	0.0002
Toplam	14,436.1	1,329.9	770.9	3,013.1	347.7	294.3	0.031

Tablo 12. Kaynak bazında emisyon projeksiyonlarının özeti - sera gazları (ton/yıl).

Kaynak	Kirletici			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{(2)e} ^a
Anket Çalışmaları	36,805.3	0.2	1.7	37,332.2
Keşif Sondajı	572,142.2	3.5	27.0	580,393.1
Boru Döşeme ve Destek Gemileri	112,413.0	0.7	5.4	114,037.8
Platform İnşaatı	60,024.7	0.4	2.9	60,890.4
Platform Operasyonları ve Destek Gemileri	2,042,439.1	125,988.7	387.3	5,307,451.6
Dökülmeler	1,928.6	0.0	0.1	1,949.3
Toplam	2,825,753.0	125,993.5	424.4	6,102,054.4

^a Referans 70'teki GWP'ler kullanılarak hesaplanmıştır.

ARKTİK HAVA KALİTESİ MODELLEME ÇALIŞMASINDA SONRAKİ ADIMLAR

Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışması emisyon envanteri yıllık bazda geliştirilmiştir. Ancak, hava kalitesi modellerinde kullanılmak üzere, bu emisyonların bulundukları yerlere dağıtılması ve yıl boyunca emisyonlardaki zamansal değişimin belirlenmesi gerekmektedir. Bu mekansal ve zamansal çözünürlük iyileştirmeleri hem referans hem de gelecek yıl için öngörülen emisyonlara uygulanmalıdır.

ERG, emisyonların mekansal tahsisi için sabit kaynakların spesifik konumlarını belirlemiş ve diğer kaynaklardan kaynaklanan emisyonları 4 km'lik bir modelleme ızgarasına tahsis etmek için kullanılacak mekansal vekiller geliştirmiştir. Bazı emisyon kaynakları yıl boyunca sabit bir faaliyet seviyesiyle sürekli olarak çalışabilse de, çoğu kaynak için bir tür mevsimsel, haftalık ve günlük değişkenlik söz konusudur. ERG, yıl boyunca değişkenlik gösteren kaynakların yıllık emisyonlarına uygulanmak üzere zamansal profiller geliştirmiştir. Mekânsal vekiller ve zamansal tahsis profilleri, emisyon modellemesi çerçevesinde ve Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışmasının bir parçası olarak gelecekteki bir görev kapsamında yürütülecek hava kalitesi modelleme çalışmasıyla bağlantılı olarak yıllık envantere uygulanacaktır.

REFERANSLAR

1. Fields Simms, P., R. Billings, M. Pring, R. Oommen, D. Wilson ve M. Wolf. 2014. *Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışması: Emisyon Envanteri - Nihai Görev Raporu*. Eastern Research Group, Inc., Sacramento, CA tarafından ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerji Yönetimi Bürosu, Alaska OCS Bölgesi, Anchorage, AK için hazırlanmıştır. OCS Çalışması BOEM 2014-1001. 169 s.
2. BOEM, 2014. *AQScenarioSummary-rev.docx*. H. Crowley tarafından sağlanmıştır, ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerji Yönetimi Bürosu (12 Mayıs).
3. ANL, 2013. *GREET'te Konvansiyonel ve Alternatif Deniz Yakıtlarının Yaşam Döngüsü Analizi, ANL/ESD-13/10*. Argonne Ulusal Laboratuvarı (25 Ekim). İnternet adresi: <https://greet.es.anl.gov/publication-marine-fuels-13>
4. ABD EPA, 2013. *2011 Ulusal Emisyon Envanteri (NEI)*. ABD Çevre Koruma Ajansı (30 Eylül). İnternet adresi: <http://www.epa.gov/ttnchie1/net/2011inventory.html>
5. FAA, 2013. *Emisyon ve Dağılım Modelleme Sistemleri (EDMS)*, Sürüm 5.1.4.1. Federal Havacılık İdaresi (Ağustos). İnternet adresi: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/.
6. PennWell, 2012. "Dünya Çapında Sismik Gemi Araştırması - Mart 2010" *Offshore Magazine*. PennWell Petroleum Group, Houston, Teksas (9 Ekim). İnternet adresi: www.offshore-mag.com
7. BOEM, 2012. *ION Geophysical 2012 Sismik Araştırması, Beaufort Denizi ve Chukchi Denizi, Alaska - Çevresel Değerlendirme*. OCS EIS/EIA, BOEM Rapor No. 2012-081. ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu, Alaska OCS Bölgesi (Ekim). İnternet adresi: http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/About_BOEM/BOEM_Regions/Alaska_Region/Environment/Environmental_Analysis/2012_1011_Final_EA_IONSeismicSurvey.pdf
8. BOEM, 2011. *Beaufort Denizi Planlama Alanı, Çevresel Değerlendirme*. Shell Offshore Inc. (OCS EIS/EA BOEMRE 2011-039). Okyanus Enerji Yönetimi Bürosu (Ağustos).
9. Shell, 2011. Alaska Revize Dış Kıta Sahaneliği Kiralama Arama Planı Chukchi Denizi, Shell Gulf of Mexico, Inc (Mayıs).
10. DOI, 2013. *İçişleri Bakanına Sunulan Rapor, Shell'in 2012 Alaska Açık Deniz Petrol ve Gaz Arama Programının İncelenmesi*. İçişleri Bakanlığı (Mart).
11. MEA, 2014. Kuzey Yamacının Belirli Limanları için Alaska Otomatik Tanımlama Sistemleri Verilerinin Deniz Değişimi.
12. IHS, 2013. *Gemi Sicili*. IHS Global Inc., 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112.
13. USACE, 2014. *Ulusal Su Yolu Ağı (hat)*. ABD Ordusu Mühendisler Birliği Navigasyon Veri Merkezi, New Orleans, LA. İnternet adresi: <http://www.navigationdatacenter.us/data/datanwn.htm>. (Erişim tarihi 30 Eylül).
14. ABD EPA, 2009. *Mobil Kaynaklı Limanla İlgili Emisyon Envanterlerinin Hazırlanmasında Mevcut Metodolojiler*. ABD Çevre Koruma Ajansı. Nihai Rapor (Nisan).
15. USCG, 2012. *Diğer Batı Arktik Gemileri - 2012*. Birleşik Devletler Sahil Güvenlik. İnternet adresi: <http://icefloe.net/others-2012-cruise-reports>
16. BOEM 2014. *SAExploration 2014 Jeofizik Sismik Araştırması - Beaufort Denizi, Alaska - Çevresel Değerlendirme*. OCS EIS/EA BOEM 2014-007. ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu, Çevre Ofisi, Alaska OCS Bölgesi (Şubat). İnternet adresi: http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/About_BOEM/BOEM_Regions/Alaska_Region/Environment/Environmental_Analysis/2014_0211_Final_2014_SAE_GG_Permit_14-01_EA_cmplt.pdf
17. ABD EPA, 2013. *WebFIRE Veritabanı*. ABD Çevre Koruma Ajansı. İnternet adresi: <http://cfpub.epa.gov/webfire/>
18. ABD EPA, 2013. Spago aracılığıyla e-GGRT alt bölüm W tablolarından çıkarılan veriler. ABD Çevre Koruma Ajansı (9 Ekim). İnternet adresi: http://www.epa.gov/enviro/facts/ghg/subpartw_model.html

19. EIA, 2013. *Ham Petrol Üretimi*. ABD Enerji Bakanlığı, Enerji Bilgi İdaresi. İnternet adresi: http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_crd_crpdn_adc_mbbldpd_a.htm
20. ADEC, 2013. Hava İzinleri, Onayları ve Kamu Bildirimleri. Alaska Çevre Koruma Departmanı, Hava Kalitesi Bölümü. İnternet adresi: <http://dec.alaska.gov/Applications/Air/airtoolsweb/AirPermitsApprovalsAndPublicNotices>
21. ABD EPA, 2013. *Petrol ve Gaz Üretim Sektöründen Kaynaklanan Noktasal Olmayan Emisyonların Tahmini*, Revize Taslak, Eastern Research Group, Inc tarafından hazırlanmıştır (Eylül 19). İnternet adresi: <http://www.epa.gov/ttnchie1/net/2011inventory.html>
22. FAA, 2012. Federal Havacılık İdaresi Terminal Alanı Tahmini (TAF) Veri Seti.
23. ABD EPA, 2013. *2011 Ulusal Emisyon Envanteri*. Memorandum, Ek D, NEI jenerik faktörleri (17 Haziran). İnternet adresi: ftp://ftp.epa.gov/EmisInventory/2011/doc/2011nei_Aircraft_20130717.pdf
24. Alyeska, 2013. *Trans-Alaska Boru Hattı Sistemi - Gerçekler*. Alyeska Pipeline Service Company, Anchorage, Alaska (1 Mayıs). İnternet adresi: http://www.alyeska-pipe.com/assets/uploads/pagestructure/NewsCenter_MediaResources_FactSheets_Entries/63507837_2894251917_2013AlyeskaTAPSFactBook.pdf
25. IPCC, 2006. *2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Kılavuzu, Cilt 2 (Enerji), Bölüm 4 (Kaçak Emisyonlar)*. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. İnternet adresi: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf
26. BTS, 2014. *Ulusal Ulaştırma İstatistikleri - Tablo 1-10 (ABD Petrol ve Gaz Boru Hattı Kilometresi)*. U. S. Ulaştırma Bakanlığı, Ulaştırma İstatistikleri Bürosu (Nisan). İnternet adresi: http://www.rita.dot.gov/bts/sites/rita.dot.gov/bts/files/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_10.html
27. ABD EPA, 2007. "Toplama Hatlarında Verimli Piggig." Upstream ve Midstream Operasyonları için Enerji Yönetimi Çalıştayı. ABD Çevre Koruma Ajansı, Methane to Markets (17 Ocak). İnternet adresi: https://www.globalmethane.org/documents/events_oilgas_20070115_efficient_piggig_of_gathering_lines.pdf
28. ADNRR, 2014. *Eyalet Boru Hattı Koordinatörlüğü, North Slope Pipelines*. Alaska Doğal Kaynaklar Bakanlığı. İnternet adresi: <http://dnr.alaska.gov/commis/pco/northslopepipelines.htm>
29. ADL&WD, 2013. *Alaska Nüfusuna Genel Bakış - 2012 Tahminleri*. Alaska Çalışma ve İşgücü Geliştirme Departmanı, Juneau, Alaska (Kasım). İnternet adresi: <http://labor.alaska.gov/research/pop/estimates/pub/popover.pdf>
30. ABD EPA, 2014. *SPECIATE 4.4 Veritabanı*. ABD Çevre Koruma Ajansı. İnternet adresi: <http://www.epa.gov/ttnchie1/software/speciate/>
31. Williams, J., 2014. Jeffery Williams tarafından sağlanan köy enerji santrali yakıt miktarları, Alaska Enerji Kurumu, Anchorage, Alaska (1 Mayıs).
32. Slatton, J., 2014. Jozieta Slatton tarafından sağlanan köy düzeyinde yakıt faturası verileri, North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska (8 Eylül).
33. Nesteby, A., 2014. Allen Nesteby tarafından sağlanan Barrow doğal gaz fatura verileri, Barrow Utilities and Electric Co-op, Inc. (BUECI), Barrow, Alaska (9 Eylül).
34. U.S. EPA, 2014d. *MOVES2014 (Veritabanı sürümü "movesdb20140731")*. ABD Çevre Koruma Ajansı. İnternet adresi: <http://www.epa.gov/otaaq/models/moves/>
35. ADEC, 2012a. *Alaska MOVES 2011 NEI Sunumu için Dokümantasyon*. Alaska Çevre Koruma Departmanı. Aralık 2.
36. NCDC, 2014. "North Slope, Alaska'daki Ulusal Hava Servisi İstasyonları için Saatlik Yüzey Gözlemleri," Ulusal İklim Veri Merkezi (24 Temmuz).
37. ADOT&PF, 2014. *2012 Kuzey Bölgesi Trafik Haritası - Barrow*. Alaska Ulaştırma ve Kamu Tesisleri Departmanı, Kuzey Bölgesi, Fairbanks, Alaska. İnternet adresi: http://www.dot.state.ak.us/stwdplng/mapping/trafficmaps/2012/Northern/Barrow_2012_sm.pdf

38. Lewis, D., 2014. Dan Lewis tarafından sağlanan araç rölanti tahminleri, North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska (8 Eylül).
39. ADOT&PF, 2013. *Kuzey Bölgesi Yıllık Trafik Hacmi Raporu 2010-2012*. Alaska Ulaştırma ve Kamu Tesisleri Departmanı, Kuzey Bölgesi, Fairbanks, Alaska. İnternet adresi: http://www.dot.alaska.gov/stwdplng/transdata/traffic/nor_reports/NRVVolumeReport_2010_2012.pdf
40. Monnin, M., 2014. Mike Monnin tarafından sağlanan Prudhoe Bay motorlu taşıt yakıt tahminleri, North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska (9 Eylül).
41. ABD EPA, 2009. *NONROAD2008a*. ABD Çevre Koruma Ajansı. İnternet adresi: <http://www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm>
42. Slatton, K., 2014. North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska'dan Ken Slatton tarafından sağlanan karayolu dışı mobil kaynak bilgileri (8 Eylül).
43. ABD EPA, 1995. *Hava Kirliliği Emisyon Faktörleri Derlemesi (AP-42) - Cilt I: Sabit Nokta ve Alan Kaynakları*, Beşinci Baskı (çeşitli bölümler). ABD Çevre Koruma Ajansı (Ocak). İnternet adresi: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>
44. Walker, D. A. ve K. R. Everett, 1987. "Road Dust and Its Environmental Impact on Alaskan Taiga and Tundra," in *Arctic and Alpine Research*, Vol. 19, No. 4, Restoration and Vegetation Succession in Circumpolar Lands: Comité Arctique International'ın Yedinci Konferansı, s. 479-489 (Kasım).
45. Lowery, J., 2014. Jerry Lowery, North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska tarafından sağlanan asfaltsız yol tozu bilgileri (8 Eylül).
46. Heath, 2014. North Slope köyü atık miktarı verileri Reanne Tupaaq Heath tarafından sağlanmıştır, North Slope Borough, Department of Public Works, Barrow, Alaska (4 Mart).
47. Winalski, D., 2014. Dawn Winalski tarafından sağlanan atıksu arıtma tesisi çıkış suyu miktarları, North Slope Borough, Hukuk Departmanı, Barrow, Alaska (19 Mayıs).
48. Winalski, D., 2014b. Dawn Winalski tarafından sağlanan benzin dağıtım yeri bilgileri, North Slope Borough, Hukuk Departmanı, Barrow, Alaska (29 Ağustos).
49. BOEM, 2013. TGS 2013 Jeofizik Sismik Araştırması, Chukchi Denizi, Alaska - Çevresel Değerlendirme. OCS EIS/EA, BOEM Rapor No. 2013-01153. ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu, Alaska OCS Bölgesi (Temmuz). İnternet adresi: http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/About_BOEM/BOEM_Regions/Alaska_Region/Resource_Evaluation/Permits/13_02/2013_0731_Final_2013_TGS_GG%20Permit%202013-02_EA_cmplt.pdf
50. BOEM, 2014c. 2014 Colville Nehri Deltası SAE Sismik Araştırması - Çevresel Değerlendirme. OCS EIS/EA, BOEM Rapor No. 2014-605. ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu, Alaska OCS Bölgesi (Temmuz). İnternet adresi: http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/About_BOEM/BOEM_Regions/Alaska_Region/Resource_Evaluation/Permits/14_02/EA-2014-605.pdf
51. Athmer, J. ve T. Gijzel, 2006. Sakhalin-1 Projesi için Tarama, Hendek Açma ve Kaya Yerleştirme Çalışmaları, Rusya Uzak Doğusu. Sakhalin-1 projesi (Aralık).
52. Saipem, 2014. Castorone. Saipem S.p.A. (13 Ağustos). İnternet adresi: <http://www.saipem.com/site/article.jsp?idArticle=5420&instance=2&node=2012&channel=2&ext=tEMPLATE/37DueColonne&int=article/1DefaultArticolo>
53. PetroWiki, 2013. Sabit Çelik ve Beton Yerçekimi Tabanlı Yapılar (Eylül). İnternet adresi: http://petrowiki.org/Fixed_steel_and_concrete_gravity_base_structures
54. Vos, Ch. J., 1995. Yerçekimine Dayalı Yapıların 25 Yılı: Tasarım, İnşaat ve Kurulum, 1995. İnternet adresi: <http://www.dmc.nl/upload/publicaties/documenten/25-years.pdf>
55. EMCP, 2010. Hebron Projesi Kapsamlı Çalışma Raporu. ExxonMobil Canada Properties (Haziran). İnternet adresi: <http://www.hebronproject.com/safety,-security,-health,-environment/environmental-reports.aspx>
56. Offshore-Technology, 2011. Hibernia, Kanada. İnternet adresi: <http://www.offshore-technology.com/projects/hibernia/>

57. SubseaIQ, 2011. Derin Su ve Denizaltı Projeleri: Hibernia (Mayıs). İnternet adresi: [http://subseaiq.com/\(X\(1\)S\(cvagpe55yi4z3p45zaauji55\)\)/data/PrintProject.aspx?project_id=277&AspxAutoDetectCookieSupport=1](http://subseaiq.com/(X(1)S(cvagpe55yi4z3p45zaauji55))/data/PrintProject.aspx?project_id=277&AspxAutoDetectCookieSupport=1)
58. Kverner, 2011. Beton Referans Projeleri. İnternet adresi: <http://www.kvaerner.com/Products/Concrete-structures-for-offshore-platforms/Concrete-references/>
59. CH2MHILL, 2013. Cook Inlet Tesis Değerlendirmesi: Rapor, Nihai Taslak. Kenai Peninsula Economic Development District, Inc. (26 Mart). İnternet adresi: <http://kpedd.org/wp-content/themes/magazine/pdfs/Infrastructure-Assmnt-Final-Report-4-9-2013.pdf>.
60. Wang, Z., B.P. Hollebone, M. Fingas, B. Fieldhouse, L. Sigouin, M. Landriault, P. Smith, J. Noonan, ve G. Thouin, 2003. Dökülen Yağların, Yakıtların ve Petrol Ürünlerinin Özellikleri: 1. Seçilmiş Yağların Bileşimi ve Özellikleri. EPA/600/R-03/072. ABD Çevre Koruma Ajansı (Temmuz). İnternet adresi: <http://www.epa.gov/athens/publications/reports/EPA-600-R03-072-OilComposition.pdf>
61. Fingas, M., 2002. Denizdeki Petrol III, Girdiler, Akıbetleri ve Etkileri. Ulusal Araştırma Konseyi.
62. Çevre Kanada, 2001. Dizel Yakıt Yağı (Alaska). Environment Canada, Acil Durum Bilimleri Bölümü, ESD 96. İnternet adresi: [http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/Oilproperties/pdf/WEB_Diesel_Fuel_Oil_\(Alaska\).pdf](http://www.etc-cte.ec.gc.ca/databases/Oilproperties/pdf/WEB_Diesel_Fuel_Oil_(Alaska).pdf).
63. Whitney, J., 2002. Cook Inlet, Alaska, Oşinografik ve Buz Koşulları ve NOAA'nın 18 Yıllık Petrol Döküntüsü Müdahale Geçmişi, 1984-2001 (Ekim).
64. BLM, 2014. *Greater Moose's Tooth Unit 1 Önerilen Geliştirme Projesi*. ABD İçişleri Bakanlığı, Arazi Yönetimi Bürosu. İnternet adresi: http://www.blm.gov/ak/st/en/prog/energy/oil_gas/npra/GMTU_proposed_dev_proj.html
65. ADEC, 2014. *Nokta Kaynaklı Emisyon Envanteri*. İnternet adresi: <http://dec.alaska.gov/Applications/Air/airtoolsweb/PointSourceEmissionInventory/>
66. AECOM, 2013. *ConocoPhillips Alaska, Inc - Greater Moose's Tooth 1 Hava Kalitesi Etki Analizi*. Final. ConocoPhillips Şirketi için AECOM, Fort Collins, Colorado tarafından hazırlanmıştır (Ekim). İnternet adresi: https://www.blm.gov/epl-front-office/projects/nepa/37035/49803/54251/2013-10-18_GMT1_Air_Quality_Impact_Analysis_Conoco_Phillips_AK_Inc.pdf
67. BP, 2000. *Liberty Geliştirme Projesi - Geliştirme ve Üretim Planı, Revizyon 2*. BP Exploration (Alaska) Inc. tarafından ABD Mineral Yönetim Servisi için hazırlanmıştır, Anchorage Alaska (31 Temmuz).
68. ADEC, 2012. *Başlık V İzin Yenileme Başvurusu: Taşınabilir Sondaj Makinaları, ConocoPhillips, Alaska Inc.* (Mayıs).
69. FAA, 2014. *FAA Havacılık ve Uzay Tahmini Mali Yıllar 2012-2032*. HQ-121545. Federal Havacılık İdaresi (Ağustos). İnternet adresi: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/aviation_forecasts/aerospace_forecasts/2012-2032/media/2012%20FAA%20Aerospace%20Forecast.pdf
70. IPCC, 2007. *Dördüncü Değerlendirme Raporu: İklim Değişikliği 2007*. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli. İnternet adresi: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html

TEŞEKKÜRLER

Çalışma konsepti, gözetimi ve finansmanı ABD İçişleri Bakanlığı, Okyanus Enerjisi Yönetimi Bürosu, Çevre Çalışmaları Programı ve Washington DC tarafından M13PC00014 Sözleşme Numarası altında sağlanmıştır.

Bu makalenin dayandığı orijinal rapor, Eastern Research Group'un aşağıdaki çalışanlarının katkıları olmadan mümkün olamazdı: Roger Chang, Allison DenBleyker,

Bebhinn Do, Joe Fanjoy, Brandon Long, Janet Mangum, Heather Perez, Diane Preusse, Jennifer Sellers, Jody Tisano ve Stephen Treimel.

Ayrıca, aşağıdaki kişiler tarafından çok değerli yardımlar sağlanmıştır: Madeline Hickman (Olgoonik Corporation, Wainwright); Karin Landsberg ve Aaron Simpson (Alaska Çevre Koruma Departmanı); Brad Smith (ConocoPhillips Alaska); Reid Smith ve Alejandra Castano (BP); Ken Slatton (North Slope Borough Public Works Department, Barrow); Rick Sypek (Marine Exchange of Alaska); ve, Edwin Tazruk (North Slope Borough Public Works Department, Wainwright); ve, Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışması Bilim İnceleme Grubu üyeleri - Dr.

David Allen, Dr. Brian Lamb ve Bay Tom Moore.

Son olarak yazarlar, ERG ekibi alt yüklenicisi ENVIRON tarafından sağlanan girdilere ve Arktik Hava Kalitesi Modelleme Çalışmasının bir parçası olarak gelecekteki bir görev kapsamında yürütülecek hava kalitesi modellemesi için emisyon envanterinin işlenmesi ve kullanılmasına ilişkin devam eden çabalarına teşekkür eder.

SORUMLULUK REDDİ

Bu makale BOEM tarafından gözden geçirilmiş ve ABD EPA tarafından konferans bildirilerinde yayınlanmak üzere onaylanmıştır. Onay, içeriğin mutlaka Büro'nun görüş ve politikalarını yansıttığı anlamına gelmediği gibi, ticari isimlerin veya ticari ürünlerin belirtilmesi de onay veya kullanım tavsiyesi anlamına gelmez.

ANAHTAR KELİMELER

Arktik
Emisyon envanteri North
Slope
Petrol ve gaz Açık
deniz
Dış Kıta Sahaneliği