



TARTU ÜLIKOOL



TERVISEAMET

**Исследование данных детей из Регистра рождений и
опрос их родителей относительно контакта с
загрязнениями, вызванными сланцевым сектором**

Итоговый отчет



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

Исследование было профинансировано фондом SA Keskkonnainvesteeringute Keskus

Тарту, 2021 г.

Исследование было проведено Тартуским университетом совместно с Департаментом здоровья.

Состав исследовательской группы:

Ханс Орру (PhD), Тартуский университет, руководитель исследования

Трийн Вебер (MSc), Тартуский университет, специалист по гигиене окружающей среды

Катрин Ланг (PhD), Тартуский университет, доцент эпидемиологии

Инге Рингметс (MSc), Тартуский университет, биостатистик

Танель Тамм (PhD), Тартуский университет, эксперт по геоинформатике

Марек Маазикметс (PhD), Эстонский центр экологических исследований, эксперт по моделированию загрязнения воздуха

Даниэль Удин Острем (PhD), Университет Умео, статистик

Леэна Альбрехт (MPH), Департамент здоровья, руководитель отдела здоровья окружающей среды

Мяртен Лукк (MSc), Департамент здоровья, руководитель проектов

Редактор итогового отчета

Ану Роозенийт, Keeletoimetused OÜ

Содержание

Резюме, выводы и предложения	4
1. Введение	8
2. Цели и этапы исследования	11
3. Систематический обзор литературы относительно воздействия загрязнения воздуха на показатели при рождении	13
3.1. Стратегия поиска	13
3.2. Влияние различных загрязняющих веществ на здоровье – обзор предшествующих исследований	14
Тонкодисперсные и ультрадисперсные частицы	16
Полиароматические углеводороды и бензапирен	18
Бензол и ВТЕХ	19
Тяжелые металлы	20
Смеси промышленных химикатов	22
Проживание в промышленных зонах	22
Обзор различных исследований	23
4. Анализ данных Эстонского медицинского регистра рождений	25
4.1. Данные и методика	25
4.2. Результаты	25
5. Опрос-исследование для оценки состояния здоровья матери и ребенка	30
5.1. Формирование изначальной выборки опроса-исследования	30
5.2. Данные, полученные по запросу из Регистра народонаселения, и уточнение выборки	30
5.3. Проведение опроса-исследования	32
5.4. Методика анализа данных опроса-исследования	32
5.5. Результаты опроса-исследования	33
6. Содержание характеризующих сланцевый сектор загрязняющих веществ в наружном воздухе	38
6.1. Данные по мониторингу воздуха	38
6.2. Предыдущее моделирование уровня загрязнения воздуха в Ида-Вирумаа	31
6.3. Дополнительное моделирование уровней загрязнения воздуха	39
6.4. Геокодирование участвовавших в исследовании	40
6.5. Контакт участвовавших в исследовании с загрязнением воздуха	40
6.6. Проживание участников исследования в зоне источников загрязнения	43

7. Влияние загрязнения воздуха и социально-демографических факторов на показатели ребенка при рождении.....	44
7.1. Выборка исследования данных Регистра рождений.....	44
7.2. Выборка исследования «случай-контроль».....	41
8. Резюме	44
Использованная литература	46
ПРИЛОЖЕНИЯ	52
Приложение 1. Вопросник исследования «случай-контроль».....	52
Приложение 2. Объяснение корректирования моделей, приведенных в Таблице 8 ...	60

Резюме, выводы и предложения

Главным источником промышленного загрязнения воздуха в Эстонии является сланцевая промышленность. Несмотря на то, что за последние десятилетия количество загрязняющих веществ, выделяющихся в результате процессов сланцевой промышленности, значительно уменьшилось, сжигание сланца и производство сланцевого масла по-прежнему обуславливают большие объемы выбросов. Определенная часть загрязняющих веществ доходит и до жителей, воздействуя на их здоровье. Результаты проведенных ранее среди школьников исследований показали, что загрязнение воздуха влияет на развитие таких хронических заболеваний, как астма и аллергия, а также на увеличение количества случаев заболевания воспалением легких и бронхитом в детском возрасте (Orru *et al.*, 2015; Orru *et al.*, 2019). Еще одним очень важным фактором риска, помимо развития астмы в детском возрасте, являются преждевременные роды (до 37 недели беременности) и малый вес ребенка при рождении (2500 г или меньше). С целью анализа распространенности случаев преждевременных родов и малого веса при рождении, а также их связи с загрязнением воздуха, было проведено исследование под названием «Исследование данных детей из Регистра рождений и опрос их родителей относительно контакта с загрязнениями сланцевого сектора». Целью данного исследования было выполнение анализа того, повлиял ли контакт с загрязнениями, вызванными сланцевым сектором, на показатели при рождении детей в Ида-Вирумаа.

Перед сбором эмпирических данных, на первом этапе исследования был составлен систематический обзор литературы на базе исследовательских работ, выполненных в других странах относительно связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении. В его ходе были идентифицированы в общей сложности 73 исследования. Большая часть оригинальных исследований показала отрицательное влияние на показатели при рождении. Все исследования, касавшиеся загрязнения воздуха, исходящего от электростанций, показали худшие результаты при рождении детей по сравнению с контрольными зонами. Кроме того, было установлено, что отрицательное влияние на показатели при рождении оказывает бурение для добычи сланцевого газа, очистка нефти, а также производство нефтехимической продукции и железа. Противоречивыми были результаты, касавшиеся мусоросжигательных заводов, и воздействие на показатели при рождении не было установлено, например, в случае завода по производству фейерверков.

Эмпирические данные, использованные в настоящем исследовании, были основаны, с одной стороны, на данных о родившихся в течение последних 15 лет (2004–2018) детях, полученных от Эстонского медицинского регистра рождений, и, с другой стороны, на данных, полученных из ответов вопросника исследования, проведенного методом «случай-контроль» в качестве части данного проекта. Целью вопросника исследования «случай-контроль» было получить дополнительную информацию относительно социально-экономического положения, рабочей среды (включая работу в сланцевом секторе) и стиля жизни матерей детей. Эстонский медицинский регистр рождений

включал данные о 212 051 ребенке, из которых в исследование были включены данные о 211 952 рождениях. На вопросы вопросника исследования «случай-контроль» ответили 1810 родителей. Домашние адреса включенных в исследование детей в момент их рождения были геокодированы (т.е. были найдены их географические координаты), что позволило связать их с данными о контакте с загрязнением воздуха. Для этого использовались измеренные и смоделированные показатели содержания тонкодисперсных частиц (PM₁₀), ультрадисперсных частиц (PM_{2.5}), диоксида азота (NO₂), бензапирена и бензола. Кроме того, было установлено расстояние от места жительства каждого ребенка до ближайшего сланцевого завода. В ходе статистического анализа были исследованы связи преждевременных родов и малого веса при рождении ребенка с загрязнением воздуха, а также с социальными и демографическими факторами. Для анализа использовался логистический регрессионный анализ, а для тестирования различий использовался тест хи-квадрат, Z-тест и T-тест. В случае множественных сравнений использовалась поправка Бонферрони. В качестве уровня статистической значимости был выбран $p < 0,05$.

Выяснилось, что недоношенных младенцев среди всех уездов больше всего рождается в Ида-Вирумаа (5,9%). Самый низкий процент преждевременных родов был зафиксирован в Ляэнемаа (4,2%), а по всей Эстонии процент преждевременных родов за исследуемый период в среднем составил 4,9%. Доля доношенных, но обладающих малым весом (вес при рождении меньше 2500 г) новорожденных в Ида-Вирумаа статистически также была существенно выше, чем в других регионах Эстонии (1,6% vs. 0,9%). В Ида-Вирумаа вес новорожденных в среднем был на 125,4 г меньше, чем в других уездах Эстонии.

Среди исследованных социально-демографических показателей больше всего на показатели при рождении влиял возраст матери – чем в более старшем возрасте проходили роды, тем большим был риск рождения недоношенного ребенка. После этого на вес при рождении и время рождения влияло образование матери (в случае более низкого уровня образования риск был выше), национальность матери (среди неэстонок риск был выше) и сфера занятости матери (меньший риск у работающих матерей).

В результате анализа влияния загрязнения воздуха выяснилось, что больший контакт с частицами PM_{2,5} в течение первого триместра (1–13 неделя беременности) увеличивал риск преждевременных родов, и что контакт с частицами PM_{2,5} в течение третьего триместра (28–40 неделя беременности) влиял на риск малого веса при рождении ребенка. При этом влияние на уменьшение веса при рождении было обнаружено только в Ида-Вирумаа. В отношении контакта с частицами PM₁₀ и NO₂ статистически значимого воздействия обнаружено не было, в случае бензапирена доля воздействия сланцевого сектора являлась малой, а бензол дал противоречивые результаты. Из данных загрязняющих веществ загрязнения, вызванные сланцевой промышленностью, лучше всего характеризует именно контакт с частицами PM_{2,5} в Ида-Вирумаа. В ходе исследования «случай-контроль» выяснилось, что риск преждевременных родов и малого веса при рождении¹ в случае беременных женщин, проживающих в радиусе 10 км от производственного объекта сланцевой промышленности, был соответственно в

2,5 и 3,2 раза выше, чем в случае женщин, проживающих дальше, и что распространенность плохих показателей при рождении возростала по мере приближения места проживания к промышленному объекту (≤ 3 км, ≤ 5 км, ≤ 10 км).

Предложение по уменьшению загрязненности воздуха

Несмотря на то, что объемы выбросов загрязняющих веществ в сланцевом секторе уменьшились, их необходимо снизить в еще большей степени. До сих пор достаточно много внимания уделялось уменьшению количества оксида серы и оксида азота, однако необходимо уделять больше внимания более токсичным загрязняющим веществам, особенно ультрадисперсным частицам и связанным с ними тяжелым металлам, выбросы которых в результате процессов сланцевой промышленности по-прежнему являются значительными. Между содержанием $PM_{2,5}$ в воздухе Ида-Вирумаа и преждевременными родами и малым весом при рождении существует связь, что представляет собой фактор риска в отношении возникновения проблем со здоровьем в более старшем возрасте. Именно поэтому в рамках решения задачи по обеспечению более чистой жилой среды в данном регионе уменьшение количества содержания ультрадисперсных частиц в воздухе должно быть приоритетом.

Предприятия сланцевой промышленности должны применять наилучшую возможную технику, так как в случае проживания вблизи производственных объектов сланцевой промышленности повышен риск преждевременных родов и малого веса при рождении.

Предложение по повышению осведомленности

Несмотря на то, что осведомленность о влиянии окружающей среды на здоровье в последнее время улучшилась, ее необходимо продолжать улучшать. В результате настоящего исследования выяснилось, что каждая десятая мать не знала о том, что загрязненность воздуха может повлиять на показатели при рождении ребенка, а по мнению трети опрошенных матерей, загрязненность воздуха влияет на такие показатели лишь в некоторой степени. Процент матерей, которые считали, что данное влияние является сильным или очень сильным, в Ида-Вирумаа был более высоким, чем в других уездах Эстонии (соответственно 37% и 25%). Для снижения риска преждевременных родов беременным женщинам, проживающим в данном регионе, необходимо уделять больше внимания – гинекологи и акушерки должны более тщательно следить за ходом всей беременности, давая советы о том, как уменьшить контакты с различными факторами риска.

¹ Риск выражен в виде отношения шансов. Данный показатель сравнивает риски преждевременных родов и малого веса при рождении в двух популяциях (живущие в радиусе 10 км от производственного объекта сланцевой промышленности и живущие дальше).

Предложение по улучшению жилой среды

Данное исследование показало, что помимо особо мелких частиц, находящихся в воздухе, фактором риска в отношении преждевременных родов и малого веса новорожденного является социально-демографическая ситуация, а также проживание в промышленном регионе в целом. В связи с этим крайне необходимо заниматься улучшением жилой среды Ида-Вирумаа. Одной из возможностей способствовать этому является использование средств Зеленого пакта для Европы, значительную часть которых нужно выделить именно для Ида-Вирумаа с целью улучшения жилой среды и здоровья в данном уезде.

Справедливый переход не должен осуществляться ценой рабочих мест, дохода, здоровья или окружающей среды работников и общин (Sepper & Michelson, 2020). Более того, согласно позиции Европейской ассоциации общественного здравоохранения, меры, создаваемые в ходе справедливого перехода в рамках Зеленого пакта для Европы, должны способствовать развитию здоровья, предотвращению хронических заболеваний, а также уменьшению неравенства в сфере здравоохранения (EPHA, 2020), и все эти проблемы являются крайне актуальными в Ида-Вирумаа (TAI, 2018).

Улучшение жилой среды должно быть более ясно прописано в различных планах развития (включая планы деятельности), и аспекты качества жилой среды необходимо учитывать также при планировании пространства (например, при строительстве новых или расширении уже имеющихся предприятий). В настоящее время, например, План деятельности на 2020-2024 годы Стратегии развития Ида-Вирусского уезда 2019–2030+ предусматривает лишь обустройство четырех троп здоровья и повышение качества центров здоровья, что является явно недостаточным для улучшения жилой среды региона. Несмотря на то, что в данном плане развития рекомендуется обратить большее внимание на улучшение поведения жильцов, связанного со здоровьем, и на улучшение доступности социальных услуг, данному региону необходимы структурные изменения.

1. Введение

Главным источником промышленного загрязнения воздуха в Эстонии является сланцевая промышленность. Несмотря на то, что за последние десятилетия количество загрязняющих веществ, выделяющихся в результате процессов сланцевой промышленности, значительно уменьшилось, сжигание сланца и производство сланцевого масла по-прежнему обуславливают большие объемы выбросов (OECD, 2017; Kohv *et al.*, 2020).

Ида-Вирумаа является крупнейшим в Эстонии промышленным регионом, в котором помимо обычных загрязняющих веществ, содержащихся в воздухе, таких как диоксиды серы и азота, а также тонкодисперсных и ультрадисперсных частиц, в результате процессов сланцевой промышленности в воздух попадают и более специфические химические соединения, такие как бензол и фенол, тяжелые металлы (Pb, Cd, Hg, As и т.д.), а также стабильные органические загрязняющие соединения (полиароматические углеводороды (ПАУ), полициклические бисфенолы и диоксины/фураны) (Paju *et al.*, 2016; Kohv *et al.*, 2020).

Для слежения за качеством воздуха в Ида-Вирумаа и в других регионах Эстонии действует государственная система постоянного мониторинга, и, кроме того, регулярно проводятся выборочные замеры. Согласно данным мониторинга, качество воздуха в Ида-Вирумаа постоянно улучшается, однако в части определенных веществ по-прежнему наблюдается превышение некоторых предельных норм (Saare *et al.*, 2020).

Если большинство проведенных ранее исследований воздействия загрязнения воздуха на здоровье были сфокусированы на нахождении связей между плохим качеством воздуха и заболеваниями дыхательных путей и сердечно-сосудистой системы, то в последние годы проводится все больше исследований, посвященных определению связи между загрязненностью воздуха и ухудшением показателей при рождении. Ухудшившимися показателями при рождении являются, например, преждевременные роды, малый вес при рождении и гипотрофия. Больше всего исследований было проведено в отношении таких показателей, как тонкодисперсные частицы (PM₁₀) и ультрадисперсные частицы (PM_{2,5}), монооксид углерода или угарный газ (CO), оксиды азота (NO, NO₂) и диоксид серы (SO₂) (Stieb *et al.*, 2012). Однако в отношении связи между более специфическими веществами, выделяемыми в ходе промышленных процессов, такими как бензол, полиароматические углеводороды и тяжелые металлы, и показателями при рождении было проведено значительно меньше исследований.

Преждевременными родами являются роды, произошедшие до 37 недели беременности (WHO, 2018). Выделяются значительно преждевременные роды (ребенок рождается до 32 недели беременности) и крайне преждевременные роды (ребенок рождается до 28 недели беременности). Преждевременные роды влияют на развитие легких и почек ребенка, являясь существенным фактором риска смерти и заболевания новорожденного, особенно, если роды произошли до 32 недели (Porpora *et al.*, 2019). В странах Европы доля преждевременных родов составляет 4–5%, однако в странах

Африки и Южной Азии данный показатель может достигать 15–18% от всех рождений (Malley et al., 2017). В Эстонии доля недоношенных детей составляет 5–6% от всех новорожденных (Allvee & Karro, 2018).

Вес при рождении является весом новорожденного, который измеряют сразу в течение первых часов после рождения ребенка. Малым весом новорожденного является вес меньше 2500 г. Очень малым считается вес новорожденного меньше 1500 г, а крайне малым — вес менее 1000 г. Малый вес при рождении может быть вызван преждевременными родами, гипотрофией или обоими данными факторами. В исследованиях также используется показатель малого веса при своевременных родах, который означает, что ребенок родился на 37 неделе беременности или позже, однако его вес при рождении был меньше 2500 г (Cutland et al., 2017). Вес новорожденного относительно гестационного возраста является малым в том случае, если вес младенца составляет меньше 10-го перцентиля для гестационного возраста (Minka & Kippar, 2019). В целом, считается, что причины ухудшившихся показателей при рождении являются многофакторными, и что до сих пор они были изучены достаточно слабо. Фактором риска являются как «изменяемые» факторы (анемия матери, а также ее курение, малая физическая активность, нездоровое питание, инфекционные заболевания, ожирение, контакт с загрязняющими веществами, потребление алкоголя или других наркотических веществ), так и «неизменяемые» факторы, такие как генотип, возраст матери, многоплодная беременность, предыдущие роды и т.д. (Malley et al., 2017; Porpora et al., 2019). Кроме того, на преждевременные роды влияет образование и социально-экономический статус матери (Malley et al., 2017). Было также обнаружено, что продолжительная сильная жара или холод во время беременности также повышает риск преждевременных родов, особенно если такие условия возникают во время второго триместра беременности (Porpora et al., 2019). На показатели при рождении влияет состояние здоровья матери, например, наличие хронических заболеваний, таких как диабет, гипертония, астма, а также повышение кровяного давления или уровня сахара, или же преэклампсия во время беременности (Lavigne et al., 2016; Melody et al., 2020).

Важную роль в отношении показателей при рождении играет и загрязненность воздуха. Несмотря на отсутствие точных данных о том, посредством каких механизмов загрязнение воздуха воздействует на показатели при рождении, известно, что оно провоцирует в организме оксидативный стресс, воспалительные реакции и изменения кровообращения, что в свою очередь может уменьшить доступность кислорода и питательных веществ для плода. Было установлено, что тонкодисперсные и особенно ультрадисперсные частицы повышают свертываемость и вязкость крови, что может привести к уменьшению потока питательных веществ, поступающих плоду (Kannan et al., 2006). Кроме того, загрязненность воздуха провоцирует метилирование ДНК, мутации в митохондриальной ДНК, а также нарушения функционирования эндокринной системы, что в свою очередь препятствует росту плода (Li et al., 2019).

Было также обнаружено, что загрязнение воздуха может оказывать вредное воздействие на состояние здоровья матери. Например, если контакт с NO₂ в случае всех беременных женщин увеличивал риск преждевременных родов на 6,5% (95% UV² 3,7–8,4), то среди беременных с диабетом соответствующий риск был на 23,8% (95% UV 5,5–44,8) выше (Lavigne et al., 2016). Аналогично, по квартильному³ размаху контакт с ультрадисперсными частицами (PM_{2,5}) приводил к уменьшению веса при рождении в случае всех беременных на 14,0 г (95% UV 12,2–16,7), и в случае женщин с гипертонической болезнью на 39,1 г (95% UV 27,1–51,2) (Melody et al., 2020).

В 2014–2015 годах Департамент здоровья совместно с Тартуским университетом провел исследование «Исследование воздействий сланцевого сектора на здоровье», результаты которого показали, что состояние здоровья жителей Ида-Вирумаа по целому ряду показателей хуже по сравнению с жителями других регионов Эстонии. В качестве одной из наиболее вероятных причин этого можно назвать влияние сланцевого сектора (Orru et al., 2015). Уже тогда среди прочего было обращено внимание на то, что вес родившихся в Ида-Вирумаа детей значительно меньше чем вес новорожденных в других уездах Эстонии, и что причины этого необходимо исследовать дополнительно. Исходя из плана реализации «Государственной программы развития использования сланца 2016-2030» было инициировано настоящее «Исследование данных детей из Регистра рождений и опрос их родителей относительно контакта с загрязнениями, вызванными сланцевым сектором».

² 95% доверительный интервал – значение с 95% вероятностью будет находиться в пределе между верхним и нижним уровнями доверия.

³ В описательной статистике квартиль означает значения признака в вариационном ряду, которые делят ряд на четыре примерно равные части. Между верхним и нижним квартилем остается 50% от значений признака. Данный интервал называется квартильным охватом.

2. Цели и этапы исследования

Общей целью данного исследования было проведение анализа того, повлиял ли контакт с загрязнениями, вызванными сланцевым сектором, на показатели при рождении детей в Ида-Вирумаа. Исходя из этого, конкретной задачей исследования является определение следующего:

- каковы были показатели при рождении в Ида-Вирумаа по сравнению с другими регионами Эстонии;
- с содержанием каких загрязняющих веществ, образующихся в ходе процессов сланцевой промышленности, сталкивались женщины во время беременности;
- какой была роль загрязняющих веществ, образующихся в ходе процессов сланцевой промышленности, в зафиксированных преждевременных родах и малом весе при рождении;
- какой была роль других сопутствующих факторов риска, таких как плохая социально-демографическая ситуация, промышленная среда и т. д. в зафиксированных преждевременных родах и малом весе при рождении.

Исследование состояло из трех этапов. На первом этапе были проведены следующие действия:

- был составлен систематический обзор литературы относительно исследований связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении в промышленных зонах в других странах;
- в Комитет по этике исследований с участием людей Тартуского университета было подано ходатайство о разрешении на проведение исследования, содержащего данные о здоровье;
- в Эстонский медицинский регистр рождений было подано ходатайство о получении данных, и был выполнен анализ полученных данных;
- на основании имеющихся данных был составлен свод данных, характеризующих качество наружного воздуха;
- был составлен вопросник для оценки состояния здоровья матери и ребенка.

На втором этапе исследования были проведены следующие действия:

- на основании составленного в ходе первого этапа вопросника был проведен опрос в рамках исследования «случай-контроль», и были введены данные опроса;
- был выполнен сводный анализ данных Регистра рождений, вопросника и свода данных о загрязнении воздуха.

На третьем этапе исследования были проведены следующие действия:

- было проведено дополнительное общеэстонское моделирование уровня ультрадисперсных частиц и диоксида азота;
- был проведен дополнительный анализ всех данных Регистра рождений, а также данных о контакте с загрязнением воздуха и показателях при рождении;
- в качестве дополнительного индикатора контакта с загрязняющими веществами была установлена дальность от ближайшего производственного объекта сланцевой промышленности, и были проанализированы ее связи с показателями при рождении;
- был составлен итоговый отчет и приведены рекомендации по политике.

3. Систематический обзор литературы относительно воздействия загрязнения воздуха на показатели при рождении

На первом этапе исследования в первую очередь был составлен систематический обзор литературы относительно исследований связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении в промышленных зонах, проведенных ранее в иностранных государствах. В анализе были использованы опубликованные до 09.2020 и прошедшие предварительное рецензирование научные статьи, которые рассматривали влияние загрязнения воздуха промышленных зон на такие показатели при рождении, как преждевременные роды, малый вес при рождении или малый вес для гестационного возраста (на какой неделе ребенок родился).

3.1. Стратегия поиска

При составлении систематического обзора литературы были использованы базы данных Scopus⁴ и PubMed⁵. Кроме того, с помощью метода снежного кома был проведен поиск исследований по спискам источников других публикаций. Для анализа были отобраны только англоязычные прошедшие предварительное рецензирование исследования и обзорные статьи, полные тексты которых были доступны для работников Тартуского университета. Для анализа не использовались резюме конференций, пилотные исследования, комментарии и т. д. Был поставлен следующий вопрос исследования: «Оказывают ли содержащиеся в наружном воздухе возникающие в промышленных зонах загрязняющие вещества, а именно, PM₁₀, PM_{2,5}, ПАУ, бензапирен, бензол и тяжелые металлы, влияние на показатели при рождении, такие как малый вес при рождении (англ. low birth weight, LBW), преждевременные роды (англ. preterm birth, PTB), малый вес при доношенной беременности (англ. term low birth weight, TLBW), а также малый вес при рождении для гестационного возраста (англ. small for gestational age, SGA)».

Для отбора публикаций для анализа применялись следующие критерии: 1) исследуемой группой народонаселения являются матери, у которых ребенок/дети родились живыми; 2) матери контактировали по меньшей мере с одним из данных загрязняющих веществ, являющихся продуктами сланцевой промышленности (PM₁₀, PM_{2,5}, ПАУ, бензапирен, бензол, тяжелые металлы); 3) исследуемая группа сравнивается с матерями, которые не контактировали с промышленными загрязняющими веществами, или контакт которых с такими веществами был значительно меньшим; 4) воздействие промышленного загрязнения воздуха было исследовано по меньшей мере относительно одного перечисленного показателя при рождении (PTB, LBW, TLBW, SGA).

В анализ не были включены следующие публикации: 1) исследование воздействия на показатели при рождении загрязнения воздуха в рабочей среде или во внутренних помещениях; 2) исследование, проведенное не с участием людей (испытания на

животных).

Временного ограничения в отношении начала проведения поиска установлено не было. Ключевыми словами являлись следующие: *premature birth, preterm birth, birth effects, birth weight, small for gestational age, birth outcomes, gestation, industr*, petrochemical, plant, plants, metallurg*, steel, polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH, bensopyrene, benzopyrene, Бензапурен, benzo(a)pyrene, benzo(a)pyrene, fine particle, PM_{2.5}, particulate matter, PM₁₀, particles, benzene, air pollution*.

⁴ SCOPUS является базой данных по рефератам и цитатам издательства Elsevier, содержащей ссылки на более чем 24 600 научных журналов (включая более 4000 журналов с открытым доступом). База данных является мультидисциплинарной, и в ней представлены также гуманитарные дисциплины. По оценке издательства, база данных содержит примерно 80% предварительно рецензированных научных работ.

⁵ PubMed является свободно доступной в Интернете и содержащей более 30 миллионов библиографических статей и резюме базой данных по медицинской сфере (здравоохранение, ветеринария, сестринство).

Публикации выбирались, анализировались и интерпретировались в соответствии с инструкциями PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Сохранение статей и удаление дубликатов выполнялось с помощью программного обеспечения Mendeley.

Относительно использованных для анализа статей собиралась следующая информация: авторы, год публикации, заголовок, область исследования, контакт с загрязнением, оцененные результаты, проект исследования, количество участников исследования, главный результат, модель, использованные мешающие факторы, индикатор связи.

3.2. Влияние различных загрязняющих веществ на здоровье – обзор предшествующих исследований

В базе данных Scopus была найдена 161 и в базе данных PubMed – 85 публикаций. Кроме того, посредством приведенных в данных публикациях ссылок было найдено еще 30 подходящих статей. Заголовки и обзоры были рассмотрены в случае 204 публикаций. 106 статей были признаны не подходящими для темы. 98 полных статей были оценены в соответствии с критериями использования в анализе. Из них всем критериям не соответствовали 25 статей. Главными причинами несоответствия были следующие: были оценены воздействия во внутренних помещениях или в рабочей среде; было оценено воздействие на животных; полный текст не был доступен на английском языке; не были оценены показатели, подходящие для нашего исследования (PTB, LBW, SGA). Для составления анализа литературы были проанализированы 73 статьи (Схема 1).

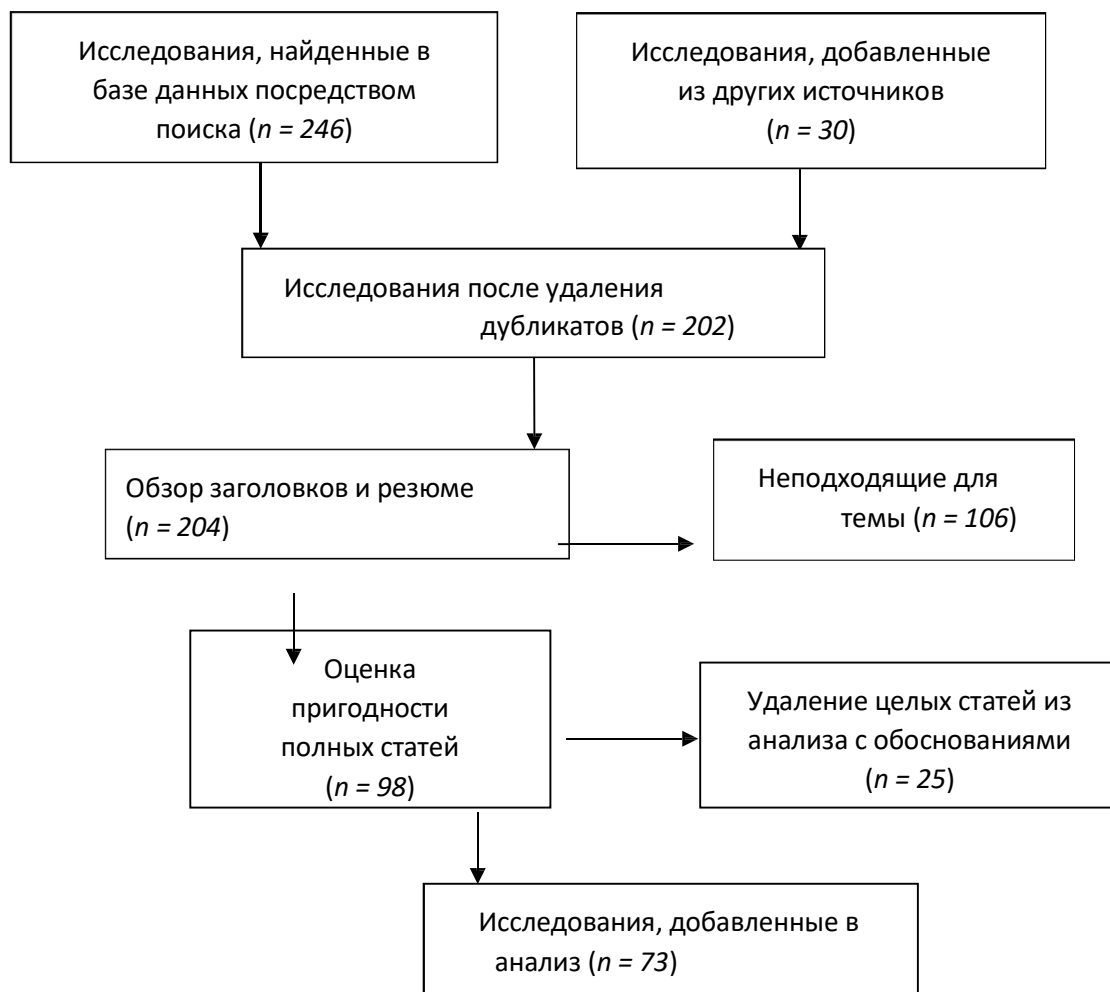


Схема 1. Блок-схема.

Во всех отобранных для исследования статьях для оценки связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении использовались статистические модели (в большинстве случаев условная логистическая или линейная регрессионная модель), которые были скорректированы относительно других факторов, потенциально воздействующих на результаты при рождении. То, относительно каких признаков была скорректирована модель, зависело от конкретного исследования, однако в большинстве случаев учитывался возраст матери, а также ее образование, количество предыдущих беременностей и пол ребенка. Очень часто выборка также корректировалась в соответствии с годом рождения, курением родителей, национальной или расовой принадлежностью, а также потреблением алкоголя. Исследования, посвященные малому весу при рождении, в большинстве случаев использовали коррекцию в соответствии с весом матери, ее ростом и/или массой тела и/или увеличением веса во время беременности. В рамках исследований, которые фокусировались на контакте с ПАУ, бензапиреном или бензолом, нередко устанавливался уровень котинина в крови матери, чтобы определить, курит ли она или нет. Некоторые исследования учитывали возможное попадание исследуемых загрязняющих веществ в организм матери с едой или в рабочей среде, потребление витаминов или других препаратов (фолиевой кислоты) во время беременности, стресс,

тип родов, день недели родов, семейное положение матери, проблемы со здоровьем во время беременности, такие как повышение кровяного давления или сахара во время беременности.

Тонкодисперсные и ультрадисперсные частицы

В соответствии с размером частиц они подразделяются на тонкодисперсные PM_{10} (диаметр <10 мкм) и ультрадисперсные $PM_{2,5}$ (диаметр $<2,5$ мкм). Тонкодисперсные частицы содержат также и ультрадисперсные частицы, и в Европе доля ультрадисперсных частиц составляет 50-70% от тонкодисперсных частиц. Влияние тонкодисперсных и ультрадисперсных частиц на здоровье зависит от химического состава и размера частиц. Чем меньше частица, тем глубже она попадает в дыхательные пути, и тем большим может быть ее потенциальное влияние. Кроме того, влияние на здоровье является более сильным, если частицы состоят из более токсичных химических соединений. В большинстве случаев тонкодисперсные и ультрадисперсные частицы содержат распространенные в воздухе химикаты (сульфаты, нитраты, кальций, магний, углерод), однако в зависимости от их происхождения они могут также содержать тяжелые металлы и ПАУ. Кроме того, к частицам могут прикрепляться аэроаллергены или частицы микробов. Тонкодисперсные частицы могут образовываться в результате процессов горения при производстве энергии, а также в результате других процессов, таких как производство цемента, добыча полезных ископаемых, строительные работы и т.д. (WHO, 2013a). Показатель частиц PM является хорошим индикатором загрязнения воздуха, так как он учитывает все загрязняющие вещества, распространенные в промышленной зоне, в связи с чем его влияние на здоровье было достаточно хорошо исследовано.

В очень многих исследованиях была подтверждена гипотеза о том, что ультрадисперсные частицы оказывают отрицательное влияние на показатели родов. Метаанализ на основании 23 исследований показал, что в случае матерей, которые больше контактировали с $PM_{2,5}$, существует более высокий риск преждевременных родов ($OR^6=1,03$; 95% UV 1,01–1,05) или доношенной беременности, при которой вес ребенка при рождении является малым ($OR=1,03$; 95% UV 1,02–1,03) (Li et al., 2017). В результате другого метаанализа, проведенного с 61 исследованием, также выяснилось, что влияние тонкодисперсных и ультрадисперсных частиц на ухудшившиеся результаты при рождении было подтверждено в большинстве исследований (Stieb et al., 2012). В источнике Li et al. в систематическом обзоре также использовались самые надежные типы исследований, такие как исследования «случай-контроль», когортные исследования и метаанализы, и в нем также было установлено, что частицы $PM_{2,5}$ обуславливают малый вес при рождении, преждевременные роды и рождение детей мертвыми (Li et al., 2019). В то же время, в источнике Liu et al. в рамках метаанализа использовались только когортные исследования (11 исследований), результаты которых показали, что преждевременные роды связаны с загрязнением частицами $PM_{2,5}$ также в том случае, когда уровень загрязнения был достаточно низким, составляя 5,1–13,2

мкг/м³ в год (OR=1,17, 95% UV 1,04–1,30) (Liu *et al.*, 2017).

В рамках когортного исследования, проведенного в Канаде на базе 25 263 рождений, были проанализированы показатели загрязнения воздуха (PM_{2,5}, SO₂ и близкий к поверхности Земли озон O₃), показатели здоровья матерей (диабет, гипертония, астма, депрессия, индекс массы тела и т. д.), социально-демографические показатели (доход, принадлежность к меньшинству, положение родителя-одиночки и т. д.), показатели внешней среды (скоростные дороги, бензиновые заправки, линии электропередачи, парки, количество магазинов и т. д.). В ходе исследования была рассмотрена связь всех этих факторов с преждевременными родами и малым весом при рождении. Выяснилось, что лучше всего прогнозировать малый вес при рождении и преждевременные роды позволял уровень концентрации SO₂ в наружном воздухе. Одна единица SO₂ (ppb⁷) повышала риск малого веса младенца при рождении на 34% (OR=3,4; 95% UI: 2,2–5,2) и риск преждевременных родов на 20% (OR=2,0; 95% UI: 1,4–3,0) (Seabrook *et al.*, 2019). В данном исследовании показатели PM_{2,5} и O₃ статистически значимого влияния не оказали.

Воздействие частиц PM₁₀ на показатели при рождении было исследовано в меньшей степени. Влияние PM₁₀ на малый вес при рождении было обнаружено в Корее (Seo *et al.*, 2010), на гипотрофию – в Чехии (Sram *et al.*, 2013), и на частоту преждевременных родов – в Индии (Mahapatra *et al.*, 2020).

⁶ OR – Отношение шансов. Данный показатель сравнивает риски двух популяций (контактировавшие и не контактировавшие с загрязнением).

⁷ ppb (*parts per billion*) – одна миллиардная от целого, то есть одна частица загрязнения на миллиард частиц воздуха.

В то же время, в случае целого ряда исследований воздействие PM₁₀ не было признано статистически значимым. Например, в ходе проведенного в Бразилии когортного исследования были исследованы содержание PM₁₀, SO₂ и O₃ в наружном воздухе вблизи комплекса по производству стали, а также его связь с показателями при рождении, однако статистически значимым оказалось только влияние O₃ на малый вес при рождении (Dos Reis *et al.*, 2017). В Великобритании существенной связи между содержанием частиц PM₁₀ в наружном воздухе вблизи мусоросжигательных заводов и показателями при рождении обнаружено не было (Ghosh *et al.*, 2019), а в Италии статистически значимое влияние на преждевременные роды было установлено только в случае первородящих (Santoro *et al.*, 2016).

В рамках когортного исследования, проведенного в Китае, было скомбинировано воздействие загрязнения воздуха и домашних факторов, в результате чего было установлено, что оба фактора оказывали самостоятельное влияние на малый вес при рождении в нормальное время. Среди различных измеренных факторов наибольший риск малого веса при рождении был установлен в том случае, если ребенок контактировал с тонкодисперсными частицами, и его родители также курили дома

(OR=2,84; 95% UV 1,36–5,94) (Lu *et al.*, 2020).

Полиароматические углеводороды и бензапирен

Полиароматические углеводороды (ПАУ) являются классом токсических химикатов (примерно 500 соединений), которые выделяются в воздух главным образом в результате процессов горения. Источником содержащихся в воздухе ПАУ является в основном промышленность и дорожное движение. Их важным источником является сгорание ископаемого топлива и дерева, а также производство масла. ПАУ также содержатся в приготовленных на гриле или копченых продуктах, а также в табачном дыме (WHO, 2000). При оценке содержания ПАУ в качестве т. н. «индикатора ПАУ» часто используется содержание бензапирена, являющегося известным мутагеном и канцерогеном. Другие соединения класса ПАУ также могут оказывать канцерогенное или другое воздействие на здоровье (Boström *et al.*, 2002). Было подсчитано, что контакт с 0,1 нг/м³ бензапирена в течение срока жизни человека обуславливает добавление одного случая рака на 100 000 жителей (Boström *et al.*, 2002). В Нарве и Кохтла-Ярве зафиксированные мониторинговыми станциями средние годовые показатели концентрации бензапирена находятся в пределах 0,2–0,5 нг/м³ (Orru *et al.*, 2019). В Европе в большинстве регионов данный показатель остается на уровне меньше 1 нг/м³, однако в более загрязненных зонах и на улицах с интенсивным движением он может достигать 1–5 нг/м³ (Boström *et al.*, 2002).

Авторы работы Ünüvar & Büyükgöbüz (2012) в своем систематическом обзоре на основе двух исследований, проведенных в отношении воздействия вредных веществ на эндокринную систему, пришли к выводу, что содержащиеся в воздухе ПАУ способны влиять на малый вес при рождении, а также на рост и обхват головы новорожденного (Ünüvar, Büyükgöbüz, 2012). Влияние одного ПАУ (бензапирена) можно оценить, например, посредством измерения ДНК-аддуктов бензапирена (англ. - *B(a)P-DNA adducts*) в пробе крови беременной. Согласно данным измерениям, бензапирен оказывает отрицательное воздействие на вес при рождении (Perera *et al.*, 2005; Tang *et al.*, 2006). Результаты большинства исследований по воздействию ПАУ на показатели при рождении показали наличие влияния ПАУ на ухудшение данных показателей (Dejmek *et al.*, 2000; Choi *et al.*, 2006; Sram *et al.*, 2013; Velemínský, Hanzl, Sram, 2016; Gong *et al.*, 2018a; Gong *et al.*, 2018b), однако в случае некоторых исследований статистически значимой связи с ПАУ установлено не было (Porter *et al.*, 2014; Tang *et al.*, 2014; Nielsen *et al.*, 2020).

Для оценки контакта с ПАУ во время беременности в ходе многих исследований контакт женщин измерялся с помощью персональных мобильных измерительных устройств, и к таким исследованиям привлекались только здоровые и некурящие женщины. Результаты всех трех когортных исследований показали, что частый контакт с ПАУ во время беременности приводит к значительному снижению веса при рождении (Perera *et al.*, 2003; Choi *et al.*, 2006; Jedrychowski *et al.*, 2006). В исследовании Jedrychowski *et al.* у беременных женщин помимо ПАУ также измерялся контакт с PM_{2,5}. Как выяснилось,

несмотря на то, что оба данных показателя загрязнения воздуха оказывали значительное влияние на вес при рождении, воздействие ПАУ было примерно в 10 раз больше воздействия $PM_{2,5}$. Так как соединения ПАУ крепятся к тонкодисперсным и ультрадисперсным веществам, то, по мнению авторов исследования *Jedrychowski et al* (2006), воздействие частиц $PM_{2,5}$ на здоровье на самом деле может быть обусловлено прикреплением к ним ПАУ.

Бензол и ВТЕХ

Главными источниками бензола являются нефтехимическая промышленность и промышленность по очистке нефти, табачный дым, дорожное движение и процессы горения. Бензол является компонентом бензина. Из воздействий бензола на здоровье наиболее известным является его канцерогенность (ATSDR, 2007). Связи между воздействием бензола и показателями при рождении были исследованы мало.

В рамках исследований, авторы которых стремились найти связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении, среди многих других веществ исследовалось и потенциальное воздействие бензола. В работе *Nielsen et al.* описывались два исследования, проведенные в Канаде. В ходе исследования, которое было опубликовано в 2019 году, рассматривалось воздействие 228 промышленных химикатов и использования земли на показатели при рождении. В данном исследовании была установлена статистически значимая связь между содержанием бензола и частотой фиксирования малого веса младенца при своевременных родах. (*Nielsen et al.*, 2019). В аналогичном исследовании, результаты которого были опубликованы через год и в рамках которого было рассмотрено влияние 61 химиката, воздействие бензола было признано существенным (*Nielsen et al.*, 2020). Аналогичные исследования проводились и в Соединенных Штатах Америки. В рамках исследования «случай-контроль», рассматривавшего воздействие 78 промышленных химикатов, было обнаружено, что контакт матери с высокой концентрацией бензола в наружном воздухе обуславливал увеличение частоты случаев малого веса при рождении на 6% (95% UV 4–8%) (*Gong et al.*, 2018a). Воздействие бензола на повышение частоты случаев малого веса при рождении (OR=1,08; 1,06–1,09) было продемонстрировано и в рамках исследования, проведенного с 449 химикатами (*Gong et al.*, 2018a).

В Соединенных Штатах Америки было исследовано влияние более строгого законодательства в отношении бензола на показатели при рождении. Исследование было проведено на основании 1,6 миллиона рождений в регионах с различной степенью загрязнения бензолом. Принятием Закона о чистом воздухе в США допустимое содержание бензола в бензине было снижено с 5 процентов от объема до 1 процента. Это привело к снижению содержания бензола в выхлопных газах транспортных средств на 30-40% по сравнению с 1996-1999 годами. В результате снижения содержания бензола средний вес новорожденных увеличился на 13,7 г (95% UV 10,7–16,8), а риск преждевременных родов статистически значимо снизился в тех регионах, в которых содержание бензола в наружном воздухе снизилось по меньшей мере на 25%. Кроме

того, была найдена и зависимость доза-эффект: при увеличении содержания бензола на 1 мкг/м³ вес при рождении уменьшался на 16,5 г (95% UV 17,6–15,4), а риск преждевременных родов увеличивался на 7% (Zahran *et al.*, 2012).

Были проведены и индивидуальные измерения контакта во время беременности с целью найти связь между ними и показателями при рождении. В исследовании Slama *et al.* (2009) 271 некурящая здоровая мать на 27 неделе беременности (в течение 7 дней) носила личный измеритель загрязненности воздуха. Медианное содержание бензола было 1,8 мкг/м³, и больший контакт с бензолом обуславливал уменьшение среднего веса при рождении на 68 г (95% UV 1–135). В исследовании *Estarlich et al.* (2011), в ходе которого посредством пассивного метода исследовалась загрязненность наружного воздуха бензолом и NO_x вблизи дома в течение семи дней, воздействия бензола или NO_x на вес при рождении выявлено не было. В середине 2019 года средний уровень содержания бензола в воздухе, замеренный в Кохтла-Ярве, составлял 1,02 мкг/м³, а годом ранее данный показатель составлял 1,12 мкг/м³. Максимальная средненедельная концентрация бензола была зафиксирована 24.01.2019 на уровне 5,41 мкг/м³ (Saare *et al.*, 2020).

Кроме того, в целом ряде исследований было оценено и воздействие комплекса веществ ВТЕХ (бензол, толуол, этилбензол и ксилол). В работе Porter *et al.* (2014) уровень промышленных выбросов ВТЕХ на основании отчета по выбросам подразделялся на высокий (выше медианы) и низкий (ниже медианы), и было также оценено воздействие комплекса данных веществ на показатели при рождении в радиусе 5 км от производственного объекта. В зоне с более высоким уровнем количество преждевременных родов было на 17% выше по сравнению с зоной с более низким уровнем (OR=1,17; 95% UV 1,0– 1,29). Увеличение риска преждевременных родов в связи с ВТЕХ было установлено и в когортном исследовании, проведенном в США, в соответствии с результатами которого увеличение содержания ВТЕХ в воздухе на каждые 5 мкг/м³ обуславливало увеличение риска преждевременных родов в 1,54 (95% UV 1,25– 1,89) раза (Cassidy-Bushrow *et al.*, 2020). В то же время, в случае беременных женщин, проживающих вблизи производственного нефтехимического объекта в Таиланде, у которых было измерено содержание метаболитов ВТЕХ в моче, статистически значимых связей с весом при рождении и преждевременными родами установлено не было (Phatrabuddha *et al.*, 2013).

Тяжелые металлы

Тяжелые металлы, такие как кадмий, свинец и ртуть, являются проблемными биоаккумулянтами, которые образуются главным образом в ходе промышленных процессов (WHO, 2007). В рамках многих исследований выполнялись замеры концентрации кадмия в моче или крови беременных, и анализировалась их связь с показателями при рождении. Все исследования, в которых использовался мониторинг данного типа, и которые были включены в данный систематический обзор, показали отрицательное воздействие кадмия на вес при рождении и преждевременные роды

(Shirai *et al.*, 2010; Kippler *et al.*, 2012; Al-Saleh *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2016; Wai *et al.*, 2017). В исследовании загрязнения воздуха, выполненном в этой же промышленной зоне в отношении 78 химикатов, статистически значимого воздействия кадмия обнаружено не было (Gong *et al.*, 2018b), однако в исследовании по 61 химикату воздействие кадмия установлено было (Nielsen *et al.*, 2020). В работе Govarts *et al.* приводится мнение о том, что если кадмий образует смесь с другими промышленными загрязняющими веществами, такими как свинец, мышьяк, перфтороктановая кислота (PFOA), моно-2-этил-5-карбоксихептилфталат (MECPP) и метиловая ртуть, то его воздействие на малый вес при рождении является более существенным (Govarts *et al.*, 2016).

В то же время, связи показателей при рождении с другими тяжелыми металлами нашли меньше подтверждений. Отрицательное воздействие на вес при рождении было установлено в целом ряде исследований (Zhu *et al.*, 2010; Porter *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015; Gong *et al.*, 2018a; Nielsen *et al.*, 2020), однако во многих исследованиях данная связь установлена не была (Al-Saleh *et al.*, 2014; Sun *et al.*, 2014; Wai *et al.*, 2017; Gong *et al.*, 2018b). В ходе проведенного в Китае исследования «случай-контроль» (102 случая и 306 соответствующих контролей) было установлено, что риск рождения недоношенного младенца с малым весом в 2,96 (95% CI 1,49–5,87) раза выше в случае контактировавших с большим содержанием свинца (Zhang *et al.*, 2015). В работе Zhu *et al.* (2010) было установлено, что даже контакт с низкими уровнями свинца может повлиять на вес при рождении – по сравнению с теми, у кого в крови наличия свинца установлено не было, вес контактировавших со свинцом был на 61 или 87 г меньше, если содержание свинца в крови было соответственно 5 или 10 мкг/дл.

Уровень содержания свинца может достичь очень высоких показателей после несчастных случаев. Например, в Соединенных Штатах Америки в результате пожара на заводе по плавке свинца было повреждено устройство контроля загрязнения, в результате чего в течение следующих шести месяцев концентрация свинца в наружном воздухе была намного выше обычной, достигая уровня примерно 30 мг/м³ (после восстановления контрольного устройства уровень свинца в наружном воздухе упал до 1,5 мг/м³). В течение периода высокого уровня свинца содержание свинца в крови контактировавших с ним составляло в среднем 164 мкг/дл, и риск рождения младенца с малым весом при своевременных родах был в 2,4 раза выше (OR=2,4; 90% UV: 1,6–3,6), а риск рождения ребенка с малым весом для гестационного возраста был в 1,9 раза выше (OR=1,9; 90% UV 1,3–2,8) по сравнению с не контактировавшими с загрязнением свинцом, зафиксированным в контрольной зоне. Тем не менее, в рамках этого же исследования воздействия загрязнения свинцом на частоту преждевременных родов обнаружено не было (Berkowitz *et al.*, 2006).

Некоторые исследования показали отрицательное воздействие ртути на показатели при рождении (Porter *et al.*, 2014; Gong *et al.*, 2018a; Gong *et al.*, 2018b; Nielsen *et al.*, 2020), в то время как в ходе исследования Al-Saleh *et al.* (2014) существенного влияния ртути обнаружено не было.

Смеси промышленных химикатов

Несмотря на то, что в большинстве исследований устанавливалась связь какого-либо определенного химиката (SO_2 , NO_2) или индикатора загрязнения воздуха с показателями при рождении, в последние годы был опубликован ряд работ, в которых исследовалось влияние на показатели при рождении смесей химикатов, которые выделяются в наружный воздух в результате различных промышленных процессов. В ходе исследования, проведенного в 2020 году в Канаде, в больших городах, в соответствии с местами расположения промышленных объектов и преобладающими направлениями ветра были установлены зоны, в которых уровень загрязненности воздуха должен быть самым высоким. Очень малый вес жителей этих зон при рождении для своего гестационного возраста был связан с воздействием 61 различного химиката. По меньшей мере в трех таких зонах была установлена статистически значимая связь с 28 химикатами: 2,4-триметилбензол, аммоний, кадмий и соединения кадмия, угарный газ, циклогексан, дихлорметан, этилбензол, хром(VI), хлороводородная кислота, изопропиловый спирт, свинец и его соединения, ртуть и ее соединения, метанол, метилэтилкетон, метилизобутилкетон, н-бутиловый спирт, н-гексан, PM_{10} , пропилен, пирен, стирол, SO_2 , серная кислота, толуол, восстановленная сера (TRS), летучие органические соединения (VOCs) и ксилол (Nielsen *et al.*, 2020). В Канаде также были рассмотрены и более токсичные смеси промышленных химикатов. Например, смесь PM_{10} , метилэтилкетона и ксилола увеличивала риск рождения ребенка с малым весом на 26% (Serrano-Lomelin *et al.*, 2019). В третьем проведенном в Канаде исследовании, в рамках которого были рассмотрены 228 химикатов, выяснилось, что отрицательное воздействие на все показатели при рождении (PTB, SGA, LBW) оказывали $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} , CO и летучие органические соединения (Nielsen *et al.*, 2019). В ходе двух проведенных в США исследований «случай-контроль», в которых рассматривалась связь малого веса при рождении с 78 и 449 различными промышленными химикатами, выяснилось, что риск малого веса при рождении больше всего повышает контакт матери во время беременности с ацетамидом (OR=2,29; 95% UV 1,24–4,20) и п-фенилендиамином (OR=1,63; 95% UV 1,18–2,25). Статистически значимые связи также были установлены в случае бензола, ПАУ (в т.ч. бензо(g,h,i)перилена), ртути, бифенилов, фенолов, формальдегида, свинца и его соединений, а также ряда других химикатов, содержание которых в наружном воздухе в рамках большинства мониторингов качества воздуха не отслеживается (Gong *et al.*, 2018a; Gong *et al.*, 2018b).

Проживание в промышленных зонах

Промышленные комплексы выделяют очень много различных химикатов, и содержание всех их в ходе рутинных мониторингов не наблюдается. Кроме того, совместные воздействия различных веществ на показатели при рождении могут отличаться от воздействий отдельных веществ. В связи с этим многие исследования проводились исходя из проблемы, т.е. измеряли показатели при рождении среди жителей, которые

живут в промышленной зоне, с подветренной стороны относительно промышленной зоны или вблизи промышленного комплекса в течение определенного периода, когда уровень загрязнения был выше обычного (период работы завода по сравнению с периодом после закрытия завода или перед его открытием).

Пространственная и временная связь с показателями при рождении рассматривалась в трех систематических обзорах. В систематическом обзоре *Melody et al.* рассматривались статьи, посвященные резким изменениям качества воздуха, включая закрытие крупных производственных объектов. Например, в 2008 году во время проведения Олимпийских игр значительно снизился уровень содержания в воздухе PM_{10} -, NO_2 - и SO_2 , что привело к увеличению показателя веса при рождении на 23 г (95% UV 5–40 г) по сравнению с новорожденными, во время беременности матерей которых уровень промышленных загрязнений не уменьшался. Кроме того, было обнаружено, что закрытие сталелитейного завода в Юте обусловило снижение риска преждевременных родов (RR=0,86; 95% UV 0,75–0,98) по сравнению с периодом работы завода (*Melody et al.*, 2019). С другой стороны, в обзоре *Marques et al.* (2020) главное внимание было уделено воздействию нефтехимических производственных комплексов (англ. *petrochemical industries*) на здоровье, и был сделан вывод о том, что проживание в зоне нефтеперерабатывающей промышленности связано с существенным отрицательным влиянием на показатели при рождении. В систематическом обзоре *Amster & Levy (2019)* было рассмотрено воздействие угольных электростанций на здоровье детей. Составители обзора на основании четырех исследований пришли к выводу, что образующееся в ходе работы угольных электростанций загрязнение $PM_{2,5}$, SO_2 и ПАУ оказывают отрицательное воздействие на показатели при рождении проживающих вблизи угольных электростанций детей.

Обзор различных исследований

Большинство включенных в данную работу оригинальных исследований указывали на отрицательное влияние промышленных комплексов на показатели при рождении. Все исследования, посвященные исследованию загрязнения воздуха, вызываемого электростанциями (восемь исследований), указывали на ухудшение показателей родившихся вблизи от них новорожденных по сравнению с контрольными зонами или периодами (Mohorovic, 2004; Tsai *et al.*, 2004; Ha *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2017; Casey *et al.*, 2018; Yang & Chou, 2018; Nielsen *et al.*, 2019; DeCicca & Malak, 2020). Самый высокий уровень загрязненности воздуха (содержание $PM_{2,5}$) был зафиксирован вблизи угольных электростанций (10,7 мкг/м³), и самый низкий – вблизи электростанций на природном газе (9,5 мкг/м³) и атомных электростанций (7,7 мкг/м³). Показатели при рождении вблизи всех трех электростанций ухудшились, однако в США самые высокие риски малого веса при рождении (OR=1,12; 95% UV 1,03–1,22) или преждевременных родов (OR=1,20; 95% UV 1,14–1,25) были связаны с существованием более чем одной угольной электростанции в радиусе 20 км от дома новорожденного (Ha *et al.*, 2015). В результате проведенного в Соединенных Штатах Америки исследования также было подтверждено

положительное влияние ужесточения законодательства по выбросам электростанции на преждевременные роды, малый вес при рождении и смертность среди младенцев (DeCicca & Malak, 2020). Отрицательное влияние на показатели при рождении также оказывает бурение для добычи сланцевого газа (Hill, 2018), очистка нефти (Lin *et al.*, 2001a; Yang *et al.*, 2004), нефтехимическое производство (Lin *et al.*, 2001b; Yang *et al.*, 2002a; Yang *et al.*, 2002b; Lin *et al.*, 2004; Svechkina & Portnov, 2019), производство кокса и железа (Porter *et al.*, 2014). Противоречивые результаты были получены относительно сжигания мусора. Если в одном исследовании был сделан вывод о том, что работа находящегося поблизости мусоросжигательного завода на показатели при рождении не влияла (Ghosh *et al.*, 2019), то в другом исследовании была установлена слабая связь с ухудшением показателей при рождении среди первородящих (Santoro *et al.*, 2016). Воздействия также не было обнаружено в случае завода по производству фейерверков (Li *et al.*, 2018) и кокса в Великобритании (Dolk *et al.*, 2000).

Проживание в промышленных зонах в целом (различные промышленные объекты) способствует распространенности малого веса при рождении и преждевременных родов (Hansteen *et al.*, 1998; Tsai *et al.*, 2003; Currie *et al.*, 2015). В статье Currie (2015) было проанализировано влияние открытия и закрытия 1600 промышленных комплексов на показатели при рождении и на цены на недвижимость в Соединенных Штатах Америки. Распространенность малого веса при рождении увеличивалась в среднем на 3% в радиусе одной мили (1,6 км) от одного работающего завода. Открытие выбрасывающего потенциально опасные вещества завода обуславливало снижение цен на недвижимость в среднем на 11% в радиусе 0,5 мили от завода.

4. Анализ данных Эстонского медицинского регистра рождений

4.1. Данные и методика

Для проведения исследований Комитету по этике исследований с участием людей при Тартуском университете было представлено ходатайство (протокол номер 300/Т-13, 20.01.2020 и протокол номер 322/М-35, 17.08.2020).

После получения согласия от Комитета по этике был направлен запрос в Эстонский медицинский регистр рождений, и от него были получены данные по всем рождениям, произошедшим по всей Эстонии (включая Ида-Вирумаа) в период 01.01.2004–31.12.2018. Посредством карт рождения были получены следующие данные, необходимые для исследовательской работы: личный код, национальность, образование, область деятельности, должность, место жительства (с точностью до волости/города), семейное положение, курение во время беременности, продолжительность беременности, диагнозы при рождении и после родов, вид родов, количество предыдущих родов, факторы риска и осложнения во время беременности. Относительно детей были получены следующие данные: вес при рождении, личный код, время рождения, рождение живым или мертвым, диагнозы ребенка, действия с ребенком. Из анализа были исключены данные о многоплодных родах.

Целью анализа данных, проведенного на первом этапе исследования, было сравнить показатели при рождении в Ида-Вирумаа (дети, местом жительства которых в Регистре рождений был указан уезд Ида-Вирумаа) с показателями других регионов Эстонии. Для испытания различий использовался тест, а для тестирования различий использовался тест хи-квадрат, Z-тест и T-тест, а также программное обеспечение SPSS. В случае множественных сравнений использовалась поправка Бонферрони. В качестве уровня статистической значимости использовался $p < 0,05$.

На третьем этапе исследования был выполнен анализ данных, в ходе которого были проанализированы связи между загрязнением воздуха и показателями при рождении. Для проведения анализа использовалась условная и несколько логистических регрессий, а также программное обеспечение SPSS и R.

4.2. Результаты

В течение исследуемого периода количество одноплодных беременностей, при которых местом жительства матери была указана Эстония, составило 212 051. В исследование не были включены дети, для которых в базе данных не был указан вес при рождении ($n=65$), данные о продолжительности беременности матери ($n=46$), а также личный код ребенка ($n=96$). В исследовании в общей сложности использовалось 211 952 рождения, из которых в случае 19 004 в качестве места жительства матери был указан уезд Ида-Вирумаа, и в случае 192 948 какой-либо другой уезд Эстонии.

Уезд Ида-Вирумаа по своему национальному составу значительно отличается от остальных уездов Эстонии (Таблица 1). Национальность матери «эстонка» была указана лишь в случае 15,3% рождений, в то время как в остальных регионах Эстонии данный показатель составил в среднем 77,9%. Большинство рожениц из Ида-Вирумаа являются

русскими, однако представительниц других национальностей (например, украинской, белорусской, финской) в Ида-Вирумаа также больше, чем в других регионах Эстонии (тест хи-квадрат $p < 0,05$). Различается и распределение по образованию. Больше всего в Ида-Вирумаа матерей со средним образованием, тогда как в других регионах Эстонии преобладают матери с высшим образованием. Почти половина всех матерей (46,9%), в качестве области деятельности которых было указано «безработная», были из Ида-Вирумаа. Разница в количестве безработных среди рожениц по сравнению с роженицами из других регионов Эстонии была почти десятикратной. В то же время, по сравнению с Ида-Вирумаа статус «домохозяйка» в базе данных был указан в значительно большей степени среди матерей из других регионов Эстонии. Кроме того, в Ида-Вирумаа было зафиксировано больше учащихся матерей. Более половины детей (56,0%) родились в зарегистрированном браке, при том что в других регионах данный показатель составляет менее половины (40,4%).

Факт курения во время беременности признали 12,4% рожениц Ида-Вирумаа, и в других регионах Эстонии данный показатель был значительно ниже (6,9%). Диагнозы при рождении и после родов (неправильное положение плода, преждевременная отслойка плаценты, потеря крови более 1000 мл) были зафиксированы у рожениц Ида-Вирумаа в меньшей степени (6,5%), чем в других регионах Эстонии (10,1%) (тест хи-квадрат, $p < 0,001$). Кроме того, среди рожениц из Ида-Вирумаа было зафиксировано меньше родов естественным путем.

Таблица 1. Показатели детей, родившихся при одноплодных родах в 2004-2018 годах в Ида-Вирумаа и остальных уездах Эстонии, % (от количества участниц исследования)

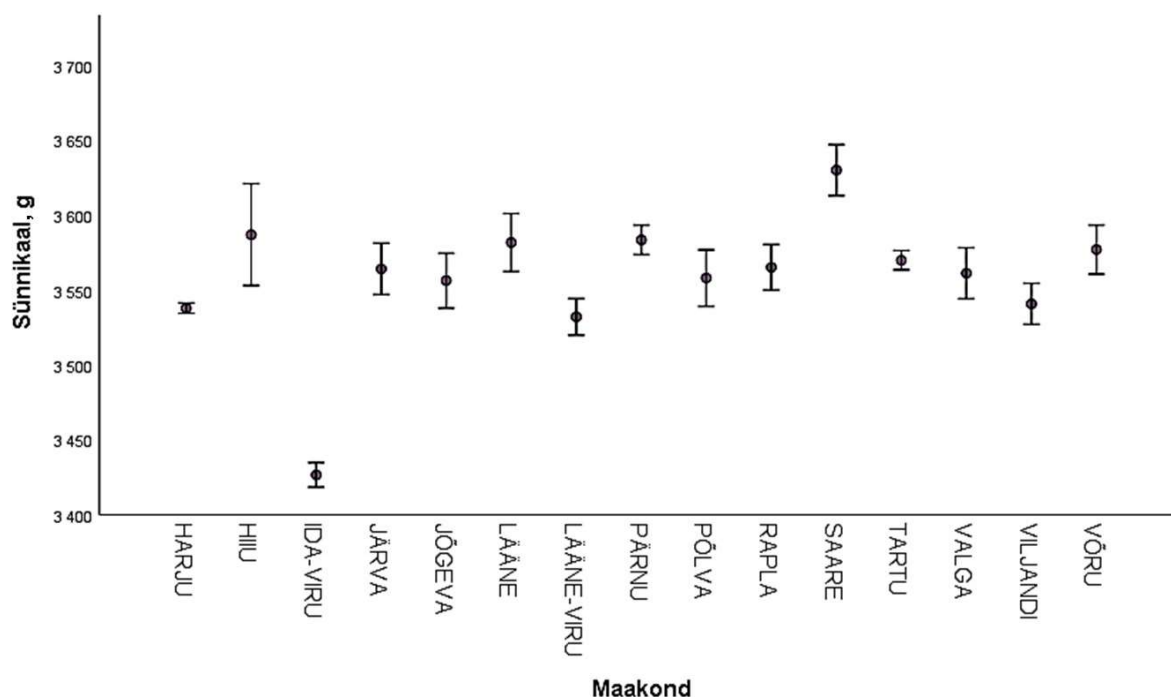
		Ида-Вирумаа	Остальная Эстония
Количество рождений		9,0 (19 004)	91,0 (192 948)
Пол	мальчики	51,5 (9783)	51,5 (99 454)
	девочки	48,5 (9221)	48,5 (93 494)
Национальность матери	Эстонка	15,3 (2912)*	77,9 (150 228)
	Русская	80,6 (15 322)*	19,7 (37 922)
	Другая	4,1 (770)*	2,5 (4798)
Образование матери	Начальное или ниже	0,7 (135)*	1,1 (2089)
	Основное	13,9 (2646)*	13,2 (25 398)
	Среднее	24,4 (4634)	23,9 (46 150)
	Среднее специальное	37,1 (7050)*	22,4 (43 205)
	Прикладное высшее	5,8 (1097)*	7,1 (13 690)
	Высшее	18,1 (3436)*	32,2 (62 337)
Область деятельности	Работает	56,8 (10 789)*	75,6 (145 773)
	Безработная	24,2 (4594)*	2,7 (5201)
	Школьница/студентка	9,0 (1702)*	5,3 (10 174)

	Нетрудоспособная	1,5 (286)*	0,3 (648)
	Домохозяйка	8,6 (1631)*	16,1 (31 023)
	Другое	0,01 (2)	0,03 (67)
Семейное положение	Зарегистрированный брак	56,0 (10 649)*	40,4 (77 911)
	Гражданский брак	35,8 (6798)*	54,7 (105 547)
	Незамужняя	7,1 (1356)*	4,4 (8428)
	Разведена	0,9 (173)*	0,5 (958)
	Вдова	0,01 (28)*	0,04 (81)
Курение матери	Не курила	81,6 (15 514)*	86,3 (166 601)
	Бросила курить	4,2 (797)*	1,5 (2821)
	Курила	12,4 (2358)*	6,9 (13 407)
	Нет данных	1,8 (335)*	5,2 (10 119)
Вид родов	Естественные роды	70,1 (13 327)*	77,0 (148 600)
	Плановое кесарево сечение	9,8 (1857)*	6,4 (12 299)
	Другое кесарево сечение	15,5 (2955)*	12,0 (23 116)
	Вакуум-экстракция	4,5 (860)	4,6 (8898)
	Роды с помощью щипцов	0,03 (5)	0,02 (35)
Преждевременные роды		5,9 (1125)*	4,8 (9352)
Доношенные дети		1,6 (279)*	0,9 (1574)

* статистически значимое различие между матерями с зарегистрированным местом жительства в Ида-Вирумаа и во всех других уездах Эстонии (тест хи-квадрат, $p < 0,001$).

Выяснилось, что среди всех уездов больше всего недоношенных детей (продолжительность беременности менее 37 недель) рождается в Ида-Вирумаа (5,9%). Самым низким данный показатель является в Ляэнемаа (4,2%), а средний уровень преждевременных родов по всей Эстонии за период исследования составил 4,9%. Доля доношенных детей с малым весом при рождении (вес при рождении менее 2500 г) в Ида-Вирумаа также была больше, чем в других регионах Эстонии.

В результате исследования выяснилось, что средний вес при рождении детей в Ида-Вирумаа значительно ниже, чем в другим уездах Эстонии (Схема 3).



Уезд
ХАРЬЮМАА
ХИЙУМАА
ИДА-ВИРУМАА
ЯРВАМАА
ЙЫГЕВАМАА
ЛЯЭНЕМАА
ЛЯЭНЕ-ВИРУМАА
ПЯРНУМАА
ПЫЛВАМАА
РАПЛАМАА
СААРЕМАА
ТАРТУМАА
ВАЛГАМАА
ВИЛЬЯНДИМАА
ВЫРУМАА

Схема 3. Средний вес при рождении в уездах Эстонии с доверительным интервалом 95%

В Ида-Вирумаа вес детей при рождении в среднем был на 125,4 г меньше, чем в других уездах Эстонии (Т-тест, $p < 0,0001$). Было установлено также и различие между полами: в Ида-Вирумаа мальчики были в среднем на 134,6 г тяжелее чем девочки, а в других регионах Эстонии мальчики были на 142,8 г тяжелее чем девочки (Т-тест, $p < 0,0001$) (Таблица 2).

Таблица 2. Средний, минимальный (*min*), максимальный (*max*) вес при рождении (в граммах) в Ида-Вирумаа и в остальных уездах Эстонии

	Ида-Вирумаа				Другие уезды Эстонии			
	Средний	Min	Max	SD ⁸	Средний	Min	Max	SD
Все дети	3427*	430	5730	576,8	3552	247	6005	554,4
Мальчики	3492*	430	5730	585,1	3621	247	6005	563,8
Девочки	3357*	500	5525	559,6	3478	292	5905	534,5

*статистически значимое различие (Т-тест, $p < 0,005$)

⁸ SD – стандартное отклонение, которое характеризует разброс ответов относительно среднего. Стандартное отклонение получается при нахождении отклонения ответов всех респондентов от среднего и расчете среднего по всем таким отклонениям. Соответственно, стандартное отклонение показывает типичное отклонение от общего среднего.

Большинство случаев преждевременных родов и малого веса при рождении были зафиксированы в Нарве и Кохтла-Ярве. Средний вес детей в Нарве, Кохтла-Ярве и Силламяэ был ниже чем в волостях (других областях) Ида-Вирумаа и в Йыхви (Таблица 3) ($p < 0,05$).

Таблица 3. Распределение показателей при рождении в Ида-Вирумаа, % (от числа ответивших)

	Преждевременные роды (%)	Малый вес при рождении <2500 г (%)	Средний вес при рождении (SD)	Всего рождений
Нарва	5,7 (451)	5,0 (392)	3404,3 (557,8)	7893
Кохтла-Ярве	6,7 (333)	6,0 (299)	3412,6 (600,9)	4981
Йыхви	5,1 (73)	3,8 (55)	3488,4 (555,7)	1444
Кивийэли	8,0 (49)	7,0 (43)	3433,7 (622,5)	614
Силламяэ	5,4 (89)	4,8 (78)	3412,8 (567,0)	1638
Нарва-Йыэсуу	5,3 (13)	4,5 (11)	3399,2 (570,5)	247
Другие области Ида-Вирумаа	5,3 (115)	4,0 (88)	3509,8 (586,5)	2187

5. Опрос-исследование для оценки состояния здоровья матери и ребенка

На первом этапе настоящего исследования был составлен вопросник для оценки состояния здоровья матери и ребенка. Помимо вопросов о здоровье матери и ребенка вопросник включает вопросы о социально-экономическом положении, рабочей среде (включая работу в сланцевом секторе) и стиле жизни матери. Все данные признаки являются сопутствующими факторами риска в отношении преждевременных родов и малого веса ребенка при рождении.

Для составления вопросника использовались следующие проверенные и утвержденные ранее вопросники или их части: «Põlevkivisektori tervisemõjude uuring», «Metoodika väljatöötamine ja rakendamine välisõhuseisundi ning lapseea astma ja teiste allergiahaiguste vaheliste seoste leidmiseks põlevkivitööstusest mõjutatud aladel – METRAK», «Hingamisteed ja tervis», «The Maternal Environmental Assessment (MEA)», «Kansallinen sisäilmakartoitus 2018» (Orru *et al.*, 2015; Orru *et al.*, 2019; Eskenazi *et al.*, 2013; Johannessen *et al.*, 2013; Lampi *et al.*, 2019).

Использованный в рамках исследования вопросник представлен в Приложении 1. Детальная схема исследования представлена на Схеме 2.

5.1. Формирование изначальной выборки опроса-исследования

Для более точного анализа и определения связи показателей при рождении со значениями загрязнения воздуха в месте жительства родителей в настоящем исследовании использовалась модель «случай-контроль», скорректированная относительно времени рождения (с двухмесячным окном). Данный тип исследования является эпидемиологическим, и сравниваемые в его рамках группы формируются на основании результата, то есть на основании фиксирования преждевременных родов или малого веса при рождении, и экспозиция (в данном случае – контакт с загрязнением воздуха) сравнивается с количеством случаев и контролей.

Для формирования выборки использовались полученные от Эстонского медицинского регистра рождений данные за 15 лет (см. главу 4.1.). Таким образом, на основе данных регистра были получены две группы: 1) «случаи» в качестве преждевременных родов в Ида-Вирумаа (всего 766 случаев) и 2) «контроли» в качестве своевременных родов в Ида-Вирумаа (всего 3067 лиц). Для того чтобы в дальнейшем в ходе анализа можно было сравнить Ида-Вирумаа с остальной Эстонией, аналогичные группы были образованы и среди детей, родившихся в других регионах Эстонии: а) «случаи» в качестве преждевременных родов в других регионах Эстонии (всего 1321 случай) и б) «контроли» в качестве своевременных родов в других регионах Эстонии (всего 5821 лицо). В исследование «случай-контроль» были включены только первые дети, рожденные матерями в период 2004-2018.

5.2. Данные, полученные по запросу из Регистра народонаселения, и уточнение выборки

В отношении всех включенных в анализ случаев и контролей в Регистр народонаселения был направлен запрос с просьбой предоставить данные относительно статуса детей (живые/мертвые) в настоящее время и зарегистрированного места жительства матерей (используя их личные коды, полученные от Эстонского медицинского регистра рождений) в настоящее время, а также их адреса электронной почты при его наличии. Из выборки были удалены дети, которые умерли, а также матери, которые во время проведения опроса не проживали в Эстонии, или в отношении которых данные о месте жительства отсутствовали. В окончательную выборку вошли 10 320 детей и их родителей. Кроме того, в Регистр народонаселения был направлен запрос о предоставлении домашних адресов всех включенных в исследование и родившихся в период 2004-2018 детей (211 952 ребенка), что позволило выполнить их геокодирование и учесть их контакт с загрязнением воздуха непосредственно перед рождением.

Ходатайство о разрешении на проведение исследования от **Комитета по этике** (включает последующее составление вопросника)



Направление в **Эстонский медицинский регистр рождений** запроса о предоставлении данных

Eesti Meditsiini Siinregistr Tervise Arengu Instituut Täht 42, 11313 Tallinn		SÜNNIKAART		Lisa 3 Tähtsaade andmetase (kehtib alates 1998. aastast)	
Kaart täidetakse nii elusalt kui surnult sündinud lapse kohta					
1. Hääle		3. Sündinud number			
2. Emale sünnikoode sünninumber		4. Isa sünnikoode sünninumber			
5. Emale elukoht (rakatähtedega) Perekonnamühe		6. Isa elukoht (rakatähtedega) Perekonnamühe			
7. Emale elukoht (rakatähtedega) vaiklusepiirkond		8. Isa elukoht (rakatähtedega) vaiklusepiirkond			
9. Mõju		10. Mõju			



Случаи (преждевременные роды)



Контроли (своевременные роды)



Направление в **Регистр народонаселения** запроса о предоставлении данных об адресах



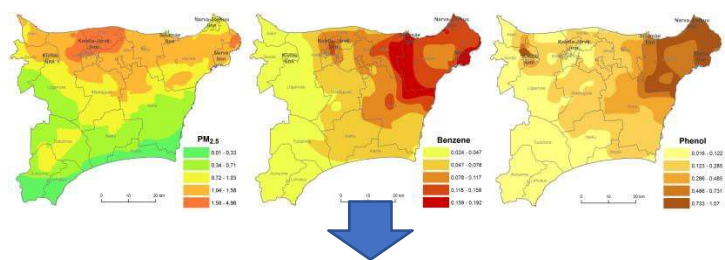
Опрос-исследование

Leibkond ja üldine tervis

- Pange kirja tänane kuupäev (pp/kk/aa)
- Pange kirja oma sünniaeg (pp/kk/aa)
- Märkige, kas olete mees või naine Mees Naine
- Kui pikk Te olete? cm
- Palju Te kaalute? kg
- Mis rahvusest Te olete?
 Eestlane Venelane Muu



Смоделированные уровни загрязнения воздуха в Ида-Вирумаа



Геокодирование случаев и контролей, и присвоение им значений уровня загрязнения



Статистический анализ

Случаи



Контроли

Загрязнение воздуха vs. Влияние других факторов риска

Схема 2. Схема исследования.

5.3. Проведение опроса-исследования

В рамках опроса-исследования использовалась комбинация опросов, проводимых через Интернет и по почте. Матерям, у которых по данным регистра народонаселения имелся адрес эл. почты, отправлялось электронное приглашение принять участие в исследовании. Для этого использовалась исследовательская среда SurveyMonkey (www.surveymonkey.com). Всего электронные приглашения были отправлены 10 154 матерям (из них 1764 были случаями и 8390 контролями). По почте приглашения были отправлены 166 матерям, адрес электронной почты которых в Регистре народонаселения отсутствовал. Три таких письма точно не были доставлены.

Страницу онлайн-опроса открыли 6536 участниц исследования, 1810 из которых ответили на его вопросы. Таким образом, скорректированная доля ответивших в рамках онлайн-опроса составила 27,7%. На вопросы опроса, проведенного по почте, ответили 24 матери. Таким образом, скорректированная доля ответивших в рамках опроса по почте составила 14,7%. Скорректированная доля ответивших в рамках всего исследования составила 27,4%.

Из окончательных данных был удален один случай в связи с недостоверными данными относительно недели родов и веса ребенка при рождении. Таким образом, всего среди ответивших было 1833 ребенка (и их родителя), из которых случаями были 370 (из них 79 в Ида-Вирумаа) и контролями 1463 (из них 367 в Ида-Вирумаа).

5.4. Методика анализа данных опроса-исследования

В описываемом анализе между собой сравнивались случаи (недоношенные дети и дети

с малым весом при рождении) и контроли (доношенные дети/нормальный или лишний вес при рождении) – отдельно в выборке из Ида-Вирумаа и отдельно в сравнительной выборке из других уездов Эстонии. Для сравнения в большинстве случаев использовался тест хи-квадрат (если размер выборки позволял это делать), а в случае более мелких выборок для сравнения процентов использовался Z-тест. Влияющие на показатели при родах факторы по всей выборке (Ида-Вирумаа и вся остальная Эстония) выяснялись с помощью метода нескорректированной логистической регрессии. Для сравнения средних использовался T-тест. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$. В случае множественных сравнений использовалась поправка Бонферрони.

Для нахождения связей между различными влияющими факторами и досрочными родами/малым весом при рождении была использована скорректированная условная логистическая регрессионная модель. Регрессионная модель была скорректирована исходя из образования, области деятельности, национальности, возраста, дохода матери, привычки курения в семье матери, а также из пола ребенка. Выбор скорректированных факторов был основан на литературе и описательной статистике по данной выборке. Предыдущие аналогичные исследования показали, что на показатели при рождении влияет образование, национальность, возраст во время родов, доход матери и привычки курения в семье матери (Laurent *et al.*, 2016). В данной выборке выяснилось, что показатели при рождении связаны также и с областью деятельности матери. Чтобы узнать, имеет ли загрязнение воздуха собственное влияние, данные показатели были включены в модель. В качестве скорректированных факторов не были учтены показатели здоровья матери, так как они в свою очередь подвергались влиянию социально-демографических и поведенческих показателей, и их использование обусловило бы необходимость в новой коррекции модели. В анализ логистических регрессий не были включены дети с пороками развития, так как причины их ухудшившихся показателей при рождении могли и не быть связаны с факторами окружающей среды.

5.5. Результаты опроса-исследования

Среди всех респондентов (1833) доля преждевременных родов, произошедших на 23-36 неделе, то есть случаев, составила 20,2%. Среди матерей, местом жительства которых на момент зарегистрированного рождения был уезд Ида-Вирумаа, на вопросы вопросника ответили 418; из них случаи были зафиксированы у 86 (20,6%) и контроли у 332. Среди матерей с зарегистрированным местом жительства в других регионах Эстонии количество случаев составило 284 (20,1%) и контролей 1131. Малый вес при рождении ребенка (меньше 2500 г) по всей выборке был зафиксирован у 203 участниц исследования, нормальный вес при рождении ребенка был зафиксирован у 1353 участниц, и ребенок с лишним весом (больше 4000 г) у 238 матерей. В Ида-Вирумаа количество детей с малым весом было 51, и с нормальным или лишним весом 350, а в других регионах Эстонии количество детей с малым весом было 152 и с нормальным или

лишним весом 1241.

Возможные социально-демографические и поведенческие факторы, а также следующие из здоровья матери факторы риска, влияющие на преждевременные роды, приведены в Таблице 4.

Таблица 4. Возможные социально-демографические и поведенческие факторы, а также следующие из здоровья матери факторы риска, влияющие на преждевременные роды, % (от количества ответивших)

	Ида-Вирумаа (%)		Другие волости (%)	
	Контроли	Преждевременные роды	Контроли	Преждевременные роды
Пол ребенка				
Мальчик	54,8 (182)	53,5 (46)	49,7 (562)	56,7 (161)*
Девочка	45,2 (150)	46,5 (40)	50,3 (569)	43,2 (123)*
Возраст матери при родах				
<19	2,1 (7)	1,2 (1)	3,8 (42)	2,1 (6)
20–24	28,8 (95)	19,0 (16)	20,2 (224)	14,2 (40)*
25–29	35,2 (116)	19,0 (27)	34,7 (386)	32,5 (91)
30–34	19,7 (65)	22,6 (19)	24,8 (276)	30,2 (85)
35–39	12,7 (42)	17,9 (15)	13,4 (149)	15,3 (43)
>40	1,5 (5)	7,1 (6)*	3,1 (34)	5,3 (15)
Образование матери на момент родов				
Основное или ниже	4,5 (15)	4,7 (4)	6,8 (77)	6,3 (18)
Среднее	61,7 (205)	52,3 (45)	39,7 (449)	42,5 (121)
Прикладное высшее	7,8 (26)	17,4 (15)*	7,9 (89)	7,0 (20)
Высшее	25,9 (86)	25,6 (22)	45,5 (515)	44,0 (125)
Нетто-доход в месяц на члена домохозяйства				
<199 €	13,7 (45)	9,3 (8)	5,2 (58)	4,7 (13)
200–399 €	28,3 (93)	26,7 (23)	19,3 (216)	19,4 (54)
400–599 €	36,5 (120)	41,9 (36)	34,5 (386)	30,1 (84)
600–799 €	12,8 (42)	12,8 (11)	25,7 (288)	29,0 (81)
>800 €	8,8 (29)	9,3 (8)	15,3 (171)	16,8 (47)
Национальность матери				
Эстонка	21,1 (70)	26,7 (23)	83,6 (945)	87,0 (247)
Русская	73,8 (245)	70,9 (61)	14,6 (165)	11,9 (34)
Другая	5,1 (17)	2,3 (2)	1,9 (21)	1,1 (3)
Семейное положение матери в карте рождения				
Зарегистрированный брак	55,7 (185)	54,7 (47)	35,2 (398)	37,2 (105)
Незарегистрированный брак	35,8 (119)	41,9 (36)	60,4 (683)	26,1 (160)
Вдова или разведена	0,6 (2)	1,2 (1)	0,2 (2)	1,1 (3)
Незамужняя	7,8 (26)	8,6 (2,3)	4,2 (48)	5,6 (16)

Область деятельности в карте рождения				
Работает	66,9 (222)	70,9 (61)	81,0 (916)	86,7 (246)*
Студентка	12,3 (41)	9,3 (8)	8,5 (96)	6,0 (17)
Домохозяйка	3,3 (11)	8,1 (7)*	8,6 (97)	5,6 (16)
Другое	17,5 (58)	11,6 (10)	1,9 (22)	1,8 (5)
Курение матери во время беременности	11,7 (39)	10,5 (9)	5,1 (58)	6,3 (18)
Курил ли кто-либо из членов семьи	64,8 (215)	70,9 (61)	56,7 (641)	55,3 (157)
Первые роды	69,6 (231)	60,5 (52)	74,6 (844)	72,5 (206)
Предыдущее кесарево сечение	4,8 (16)	7,0 (6)	2,8 (32)	5,6 (16)*
Искусственное оплодотворение	2,1 (7)	19,5 (9)*	2,5 (28)	4,9 (14)*
Угроза прерывания беременности	13,3 (44)	17,4 (15)	3,6 (41)	7,0 (20)*
Угроза преждевременных родов	10,5 (35)	23,2 (20)*	2,8 (32)	14,0 (40)*
Гипертоническая болезнь у матери	3,9 (13)	3,5 (3)	1,5 (17)	1,8 (5)
Диабет у матери	0,3 (1)	3,5 (3)*	0,4 (4)	1,8 (5)*
Диабет у матери во время беременности	0,9 (3)	2,3 (2)	2,3 (26)	3,5 (10)
Анемия у матери	22,9 (76)	17,4 (15)	19,1 (216)	12,3 (35)*
Преэклампсия	2,4 (8)	12,8 (11)*	2,8 (32)	17,2 (49)*
Предлежание плаценты	0,3 (1)	2,4 (2)	0,2 (2)	1,8 (5)*
Преждевременная отслойка плаценты	0,3 (1)	2,4 (2)	0,2 (2)	7,7 (21)*

* статистически значимое отличие (Z-тест, тест хи-квадрат, $p < 0,05$)

Значительно более высокий риск преждевременных родов существует у матерей, у которых имеются проблемы со здоровьем во время беременности, такие как преждевременная отслойка плаценты (отношение шансов $OR=32,7$; 95% UV 9,8–109,5), переднее положение плаценты ($OR=9,5$; 95% UV 2,4–36,9), преэклампсия ($OR=6,7$; 95% UV 4,5–10,4), отмеченная в карте рождения угроза преждевременных родов ($OR=4,2$; 95% UV 2,9–6,1), искусственное оплодотворение ($OR=2,7$; 95% UV 1,5–4,7), предыдущее кесарево сечение ($OR=2,0$; 95% UV 1,2–4,0) или угроза прерывания беременности ($OR=1,7$; 95% UV 1,1–2,6).

На основании литературы известно, что риск преждевременных родов повышается и вследствие высокого кровяного давления и диабета во время беременности, а также в случае хронической гипертонии и диабета матери. В результате нескорректированного анализа всей выборки выяснилось, что риск преждевременных родов в случае матерей с хроническим диабетом в 6,5 раз выше, чем в случае матерей без такого диагноза ($OR=6,5$; 95% UV 2,1–20). Диабет и гипертония во время беременности на показатели при рождении в нашей выборке не повлияли. При этом анемия среди матерей контрольной группы встречалась чаще.

Средний возраст рожениц по всей выборке был 28,8 лет. Самым молодым роженицам

было 16 лет, и самой старшей – 47 лет. На основании выборки всего исследования можно сказать, что риск преждевременных родов увеличивается с возрастом матери. Большинство участниц исследования из Ида-Вирумаа на момент рождения имели среднее образование, однако большинство матерей из других уездов имели высшее образование. Статистическое различие между преждевременными родами и контролями было установлено в группе с прикладным высшим образованием (Таблица 4). Средний нетто-доход на члена семьи в Ида-Вирумаа был 448,6 евро, что меньше, чем средний показатель по остальным уездам Эстонии (528,0 евро) ($p < 0,001$), однако данный показатель не различался по случаям и контролям в отношении преждевременных родов.

В результате вышеописанного анализа не было найдено различий между случаями и контролями преждевременных родов по национальности, семейному положению и количеству предыдущих родов. В данной выборке на преждевременные роды ребенка также не влияло курение матери, хотя ранее наличие такого влияния было установлено (Salihu & Wilson, 2007). Тем не менее, так как беременные склонны скрывать привычку курения, на основании данного исследования все-таки нельзя заключить, что курение не обуславливает повышение риска преждевременных родов, так как данные настоящего исследования относительно курения были взяты из Регистра рождений, и они не включали данные о содержании котинина в крови матери. Работа матери по сравнению с другими вариантами (учеба, безработная, домохозяйка и т.д.) значительно повышает риск преждевременных родов ребенка $OR=1,4$ (95% UV 1,0–1,9).

Несмотря на то, что матери недоношенных детей по сравнению с контрольной группой до беременности чаще сталкивались на работе с шумом, пылью, неподходящей температурой, вибрацией, плохой вентиляцией, плесенью, видимыми повреждениями от влаги на рабочем месте, стрессом, неудобным рабочим положением и запахом химикатов, данные факторы не имели статистически значимого влияния. Возникновение в течение последних 10 лет в доме признаков влажности, утечки воды или плесени, проживание в Ида-Вирумаа и работа в сланцевом секторе не обусловили различий среди случаев и контролей. Различие между контролями и случаями отсутствовало также и в отношении беспокойства или сильного беспокойства из-за рисков для здоровья, обусловленных жилой средой ($p > 0,05$).

Таблица 5. Известные самим матерям факторы, связанные с рабочей средой и домашним внутренним климатом, по всей выборке, % (от числа ответивших)

	Контроли	Преждевременные роды
На работе часто бывает холодно (<15	2,1 (39)	2,3 (8)
На работе часто бывает жарко (>27	2,3 (33)	3,2 (11)
На работе часто бывает шумно	5,9 (84)	6,6 (23)
На работе часто ощущается вибрация или тряска	2,4 (34)	4,6 (16)*
На работе часто плохая вентиляция	9,3 (132)	11,1 (39)
На работе часто бывает пыльно	6,2 (88)	9,1 (32)

На работе часто присутствует сильный запах химикатов	5,1 (72)	7,1 (25)
На работе часто присутствует сильный запах влаги или плесени	1,8 (25)	2,6 (9)
На работе часто видны повреждения влагой или плесенью	1,6 (22)	2,3 (8)
Часто используется неудобное рабочее положение	9,7 (138)	11,1 (39)
Работа часто является очень стрессовой	20,4 (289)	23,9 (84)
Когда-то работала в сланцевом секторе	3,0 (43)	3,4 (12)
Когда-то жила в Ида-Вирумаа	29,9 (427)	30,5 (109)
В доме следы влаги или плесени в течение 10 лет	52,1 (744)	55,0 (197)
Возникли симптомы, связанные со внутренним воздухом в доме		
В течение последних 12 месяцев	20,8 (297)	19,8 (71)
В последний раз более года назад	8,3 (119)	8,1 (29)
Находилась на больничном в связи с симптомом или болезнью, в качестве главной причины возникновения которой подозревалось плохое состояние внутреннего воздуха		
В течение последних 12 месяцев	1,6 (23)	3,1 (11)
В последний раз более года назад	2,3 (33)	4,8 (17)*
Считаю загрязнение моего места жительства большой или очень большой опасностью для моего здоровья	25,3 (357)	24,9 (88)
Считаю загрязнение моего места жительства большой или очень большой опасностью для здоровья моих детей	27,5 (393)	28,1 (100)

*статистически значимое различие (Z-тест, тест хи-квадрат, $p < 0,05$)

6. Содержание характеризующих сланцевый сектор загрязняющих веществ в наружном воздухе

6.1. Данные по мониторингу воздуха

В Ида-Вирумаа качество наружного воздуха измеряется в городе Кохтла-Ярве на улице Калеви (с 2002 года) и в Нарве (с 2002 года).

Если важное с позиции влияния на здоровье суточное предельное значение PM_{10} (50 мкг/м^3) в 2018 году в Кохтла-Ярве было превышено в четыре раза и в Нарве ни одного раза, то в 2019 году ни в одном из данных пунктов мониторинга не было зафиксировано ни одного превышения (Saare *et al.*, 2019, 2020). В то же время, исследования показали, что влияние PM_{10} и $PM_{2.5}$ на здоровье проявляется и при содержании ниже предельных значений (WHO, 2013b). Таким образом здесь по-прежнему существует риск возникновения влияний на здоровье.

Содержание связанных с тонкодисперсными частицами тяжелых металлов и полиароматических углеводородов (включая бензапирен) в 2018-2019 годах в части As и Cd по сравнению с предыдущими годами осталось на том же уровне. В 2018 году было зафиксировано повышение уровня свинца в Нарве и никеля в Нарве и Кохтла-Ярве, однако в 2019 году данные показатели снова опустились. Содержание смеси компонентов ПАУ в частицах PM_{10} в 2018 году по сравнению с предыдущим годом увеличилось как в Кохтла-Ярве, так и в Нарве, однако в 2019 году оно снова снизилось. Содержание бензола в Нарве и в Кохтла-Ярве не превышало среднегодового значения (5 мкг/м^3) и не опускалось до нижнего предела (2 мкг/м^3).

Если посмотреть на долгосрочные тренды содержания загрязняющих веществ, то видно, что в случае бензола наблюдается некоторое снижение в Нарве (несмотря на небольшой рост в 2019 году), тогда как в Кохтла-Ярве содержание оставалось неизменным, а в Силламяэ оно колебалось по годам (Схема 4). В случае PM_{10} и $PM_{2.5}$ содержание со временем несколько опустилось, однако затем в 2018 году оно значительно выросло по сравнению с предыдущим годом, а в 2019 году снова снизилось (Схемы 5 и 6). В отношении содержания бензапирена в 2011-2014 годах наблюдался легкий тренд роста, затем произошло резкое падение в 2015 году, после чего уровень содержания бензапирена снова стал увеличиваться, хотя в 2019 году он снова несколько снизился (Схема 7).

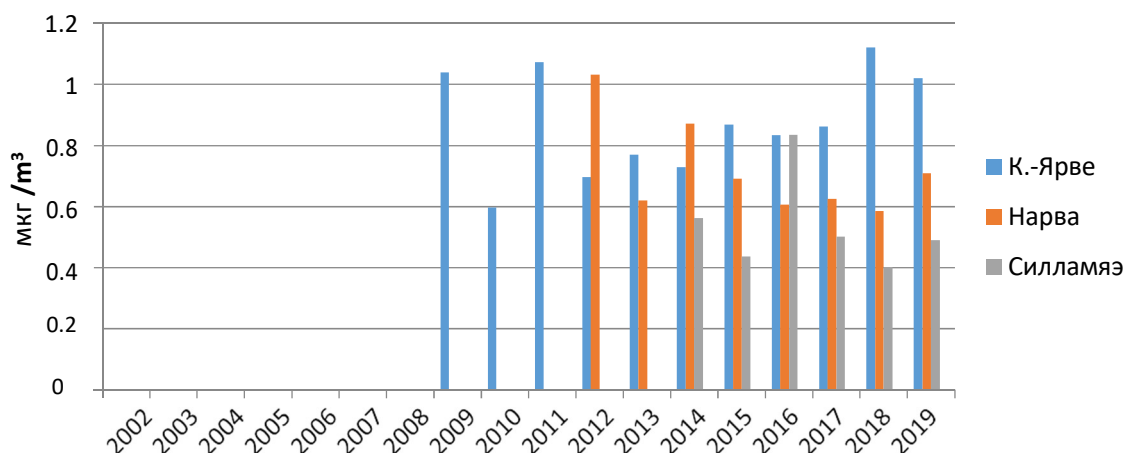


Схема 4. Среднегодовое содержание бензола на станциях мониторинга воздуха в Ида-Вирумаа.

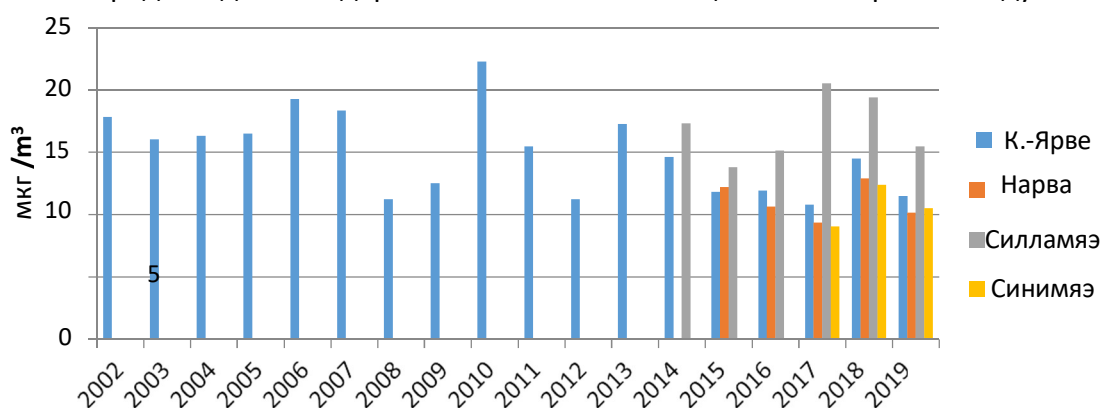


Схема 5. Среднегодовое содержание тонкодисперсных частиц (PM₁₀) на станциях мониторинга воздуха в Ида-Вирумаа.

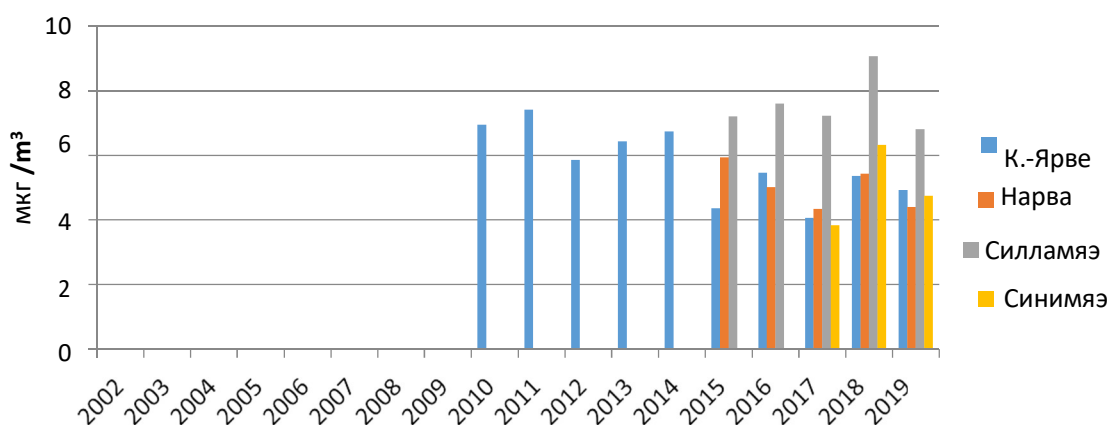


Схема 6. Среднегодовое содержание ультрадисперсных частиц (PM_{2,5}) на станциях мониторинга воздуха в Ида-Вирумаа.

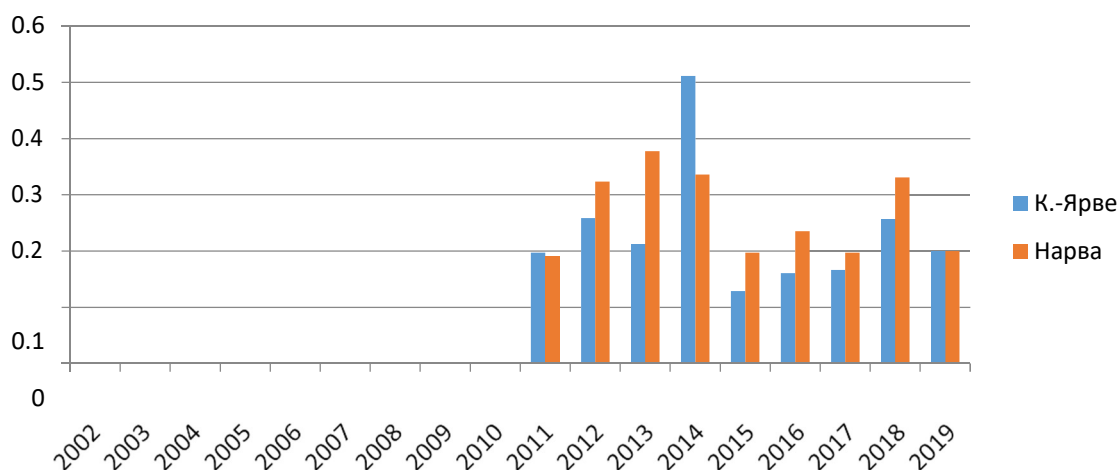


Схема 7. Среднегодовое содержание бензапирена (BaP) на станциях мониторинга воздуха в Ида-Вирумаа.

В период 05.05.–14.11.2017 предприятие ЕКУК ОÜ выполняло постоянные измерения качества воздуха также и в Кивиыли (Teinемаа *et al.*, 2018). Для проведения измерений

была установлена мобильная контейнерная станция, измерявшая содержание H_2S , SO_2 и PM_{10} в воздухе. Значимое с позиции настоящей работы содержание PM_{10} поднималось до уровня выше среднесуточного предельного значения два раза.

6.2. Предыдущее моделирование уровня загрязнения воздуха в Ида-Вирумаа

Для получения более точного обзора распространения загрязняющих веществ в Ида-Вирумаа в рамках проведенной ранее исследовательской работы «Metoodika väljatöötamine ja rakendamine välisõhuseisundi ning lapsee astma ja teiste allergiahaiguste vaheliste seoste leidmiseks põlevkivitööstusest mõjutatud aladel – METRAK» среди прочего было выполнено моделирование источников загрязнения наружного воздуха (Orru *et al.*, 2019). Для моделирования использовалась информационная система по источникам загрязнения наружного воздуха OSIS2017, база данных по количеству выбросов от дорожного движения Traffic2017, база данных по количеству выбросов от местного теплоснабжения Kohtküte2017 и база данных по выбросам от сельского хозяйства, на основании которых были определены среднегодовые содержания. Полученные результаты были подтверждены на основании содержаний, замеренных мониторинговыми станциями и устройствами для пассивного сбора проб. Дополнительно были смоделированы среднегодовые содержания с использованием только количеств выбросов, сообщенных предприятиями сланцевого сектора. Полученные результаты представлены на Схемах 8-15. На следующих этапах работы можно будет связать геокодированные данные о месте жительства детей и их родителей со значениями моделированного загрязнения воздуха.

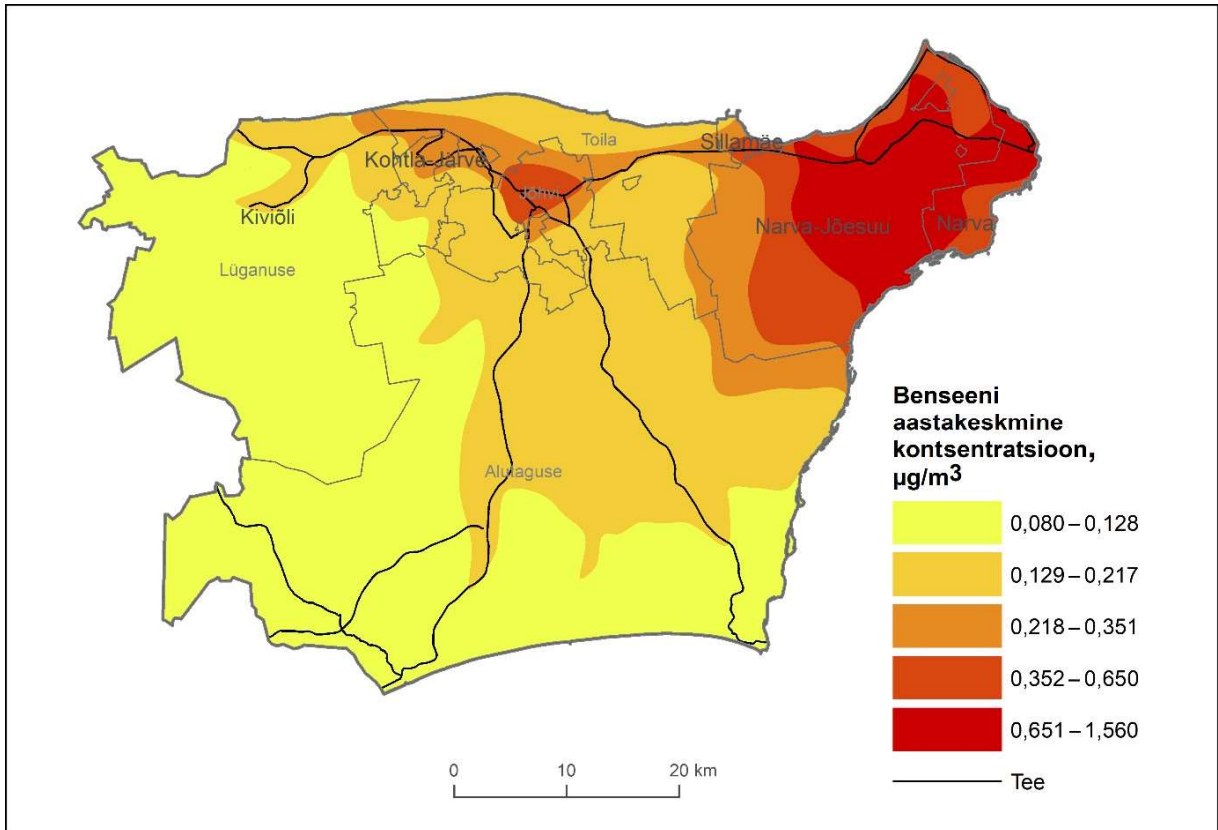
В соответствии с данными моделирования, наибольшие содержания бензола присутствуют в окрестностях Нарвы, на территориях к западу от Нарвы, а также в районе Йыхви (Схема 8). Содержание бензола, которое было смоделировано только на основании данных о выбросах, предоставленных предприятиями сланцевого сектора, в целом соответствует рисунку и содержаниям, смоделированным на основании всех источников (Схема 9). Ясного определенного превышения в области Кохтла-Ярве и Кивиыли здесь не видно. В то же время, как показатели, измеренные в 2019 году посредством устройств пассивного сбора проб (Orru *et al.*, 2019), так и показатели, измеренные в ходе кампании по замерам 2011 года (Teinema *et al.*, 2012), продемонстрировали значительно большее содержание в Кивиыли.

В случае тонкодисперсных частиц было получено достаточно много результатов измерений, и источники их выброса известны сравнительно хорошо. Таким образом, моделирование, основанное на всех источниках, можно считать достаточно достоверными (Схемы 10, 11). Самым крупным компонентом данных о содержании является фоновая концентрация, что следует и из данных мониторинга в Нарве, Кохтла-Ярве и Лахемаа (Saare *et al.*, 2019).

Если смотреть на содержание только ультрадисперсных частиц, смоделированное только на основании выбросов, сообщенных предприятиями сланцевой промышленности (Схемы 12, 13), то видно, что они образуют менее десятой части содержания, возникающего вследствие локальных выбросов (если не учитывать дальний перенос). В то же время, в исследованиях здоровья Orru *et al.* (2019) была выявлена статистически значимая связь именно с тонкодисперсными и ультрадисперсными

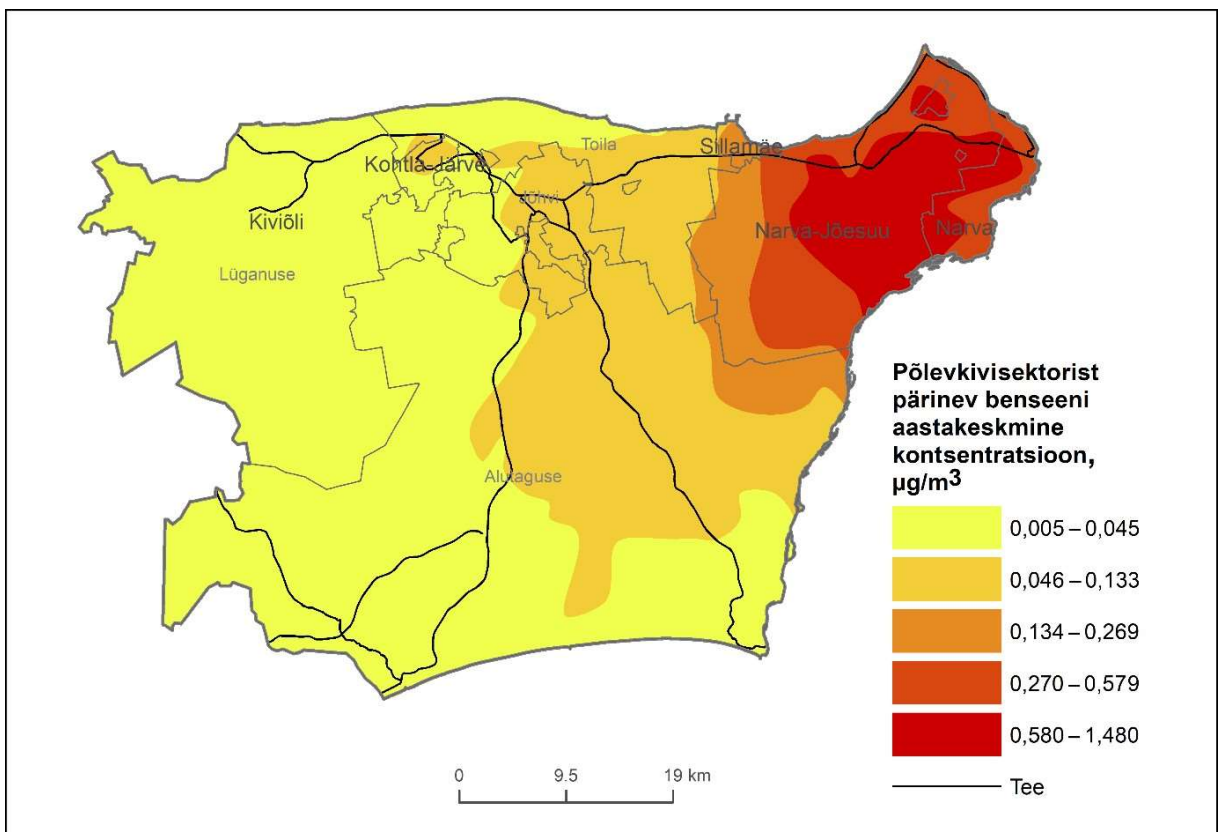
частицами, источником которых является сланцевый сектор.

В случае бензапирена доминируют выбросы от местного теплоснабжения, и они достаточно равномерно распределяются по всему уезду Ида-Вирумаа (Схема 14). Если сравнить их содержание с предельными значениями (1 нг/м^3), то будет видно, что оно предположительно ниже предельного во всех местах. В то же время, концентрация, основанная на данных о выбросах, предоставленных предприятиями сланцевого сектора, была меньше почти в 10 000 раз (Схема 15). То, соответствует ли такая ситуация действительности, утверждать на основании результатов исследования Orri *et al.* (2019) нельзя, и для этого в будущем необходимо провести дополнительные исследования. Одним из таких исследований мог бы быть биомониторинг, в ходе которого можно было бы оценить контакт с бензапиреном в случае жителей Ида-Вирумаа и работников сланцевого сектора, а также жителей домов с печным отоплением и без печного отопления в остальных регионах Эстонии, с помощью метаболитов бензапирена (Orri *et al.*, 2020).



Среднегодовая концентрация бензола, $\mu\text{г}/\text{м}^3$
Дорога

Схема 8. Моделированное среднегодовое содержание бензола в Ида-Вирумаа.



Среднегодовая концентрация бензола, образуемого сланцевым сектором, $\mu\text{г}/\text{м}^3$
Дорога

Схема 9. Среднегодовое содержание бензола в Ида-Вирумаа, смоделированное на основании данных по выбросам, предоставленных предприятиями сланцевого сектора.

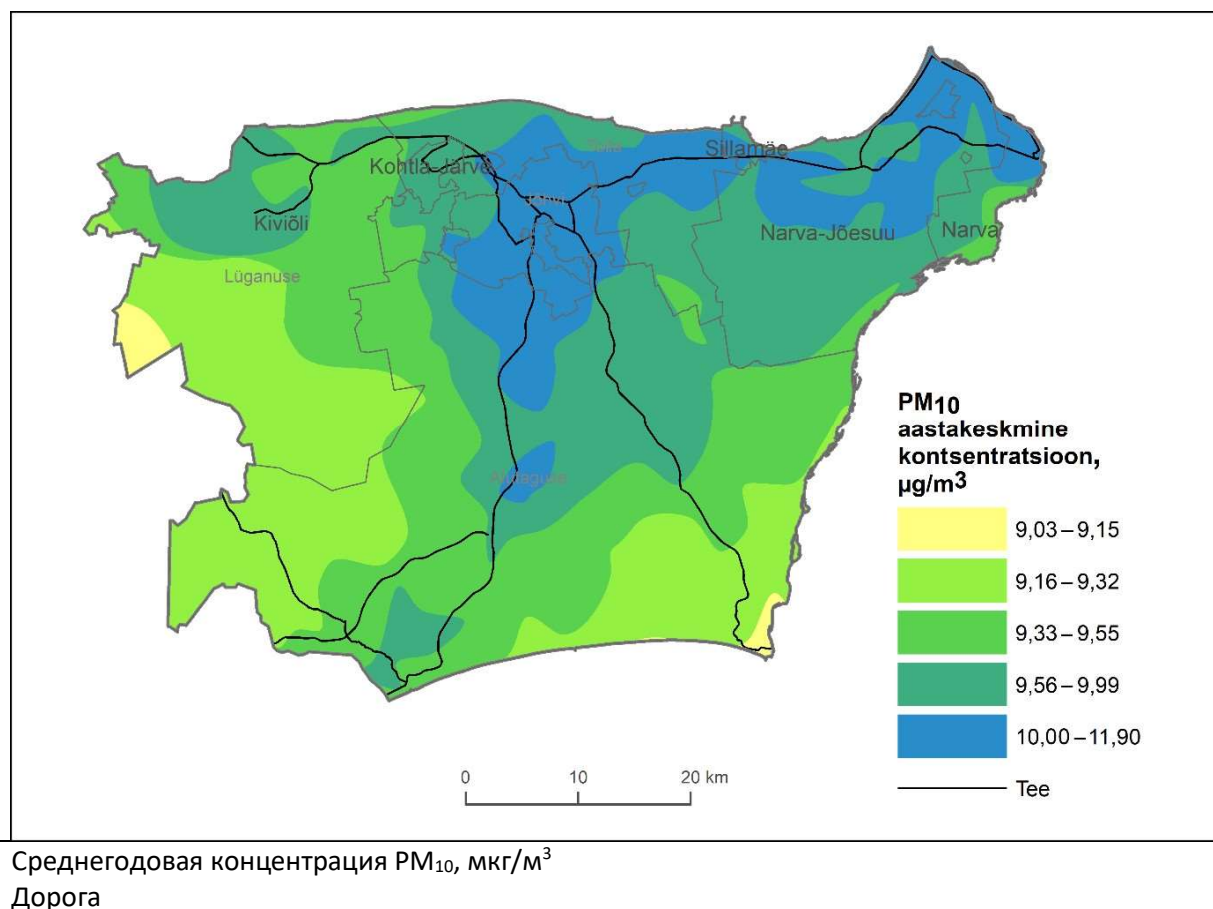
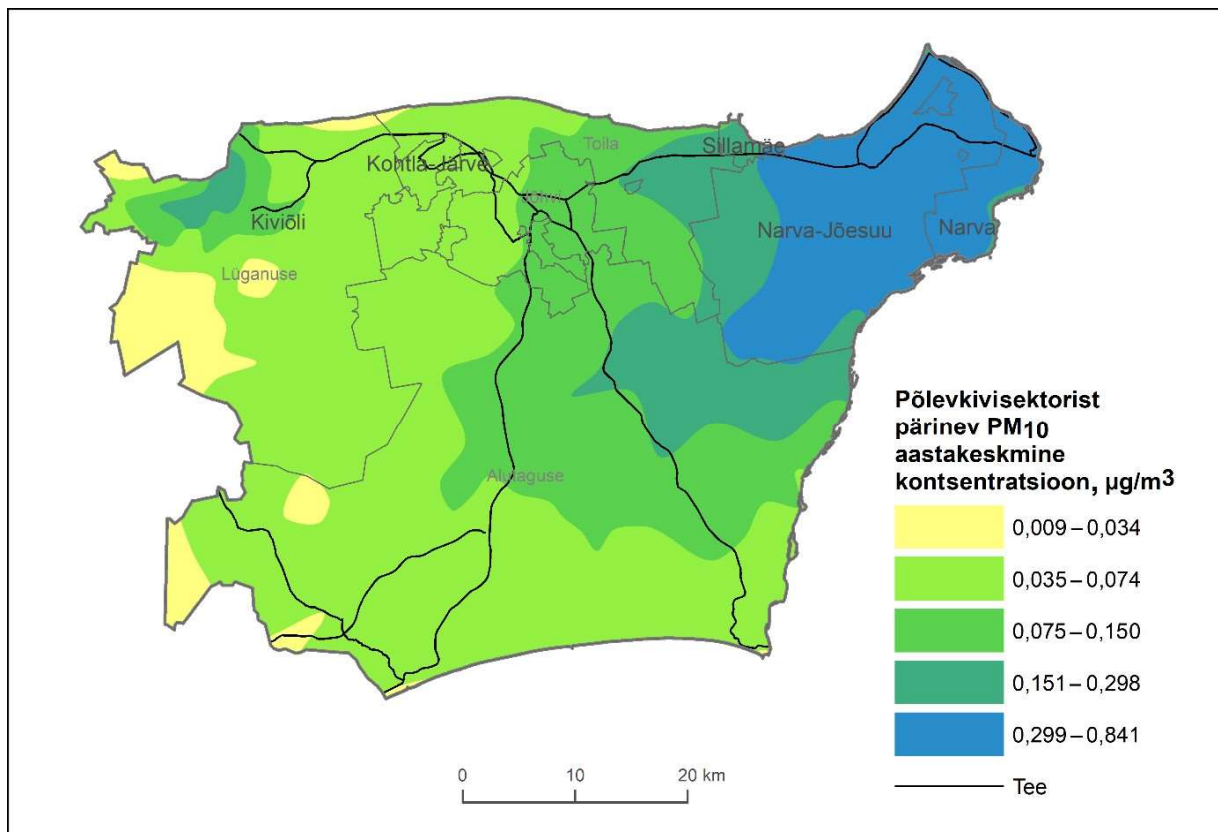
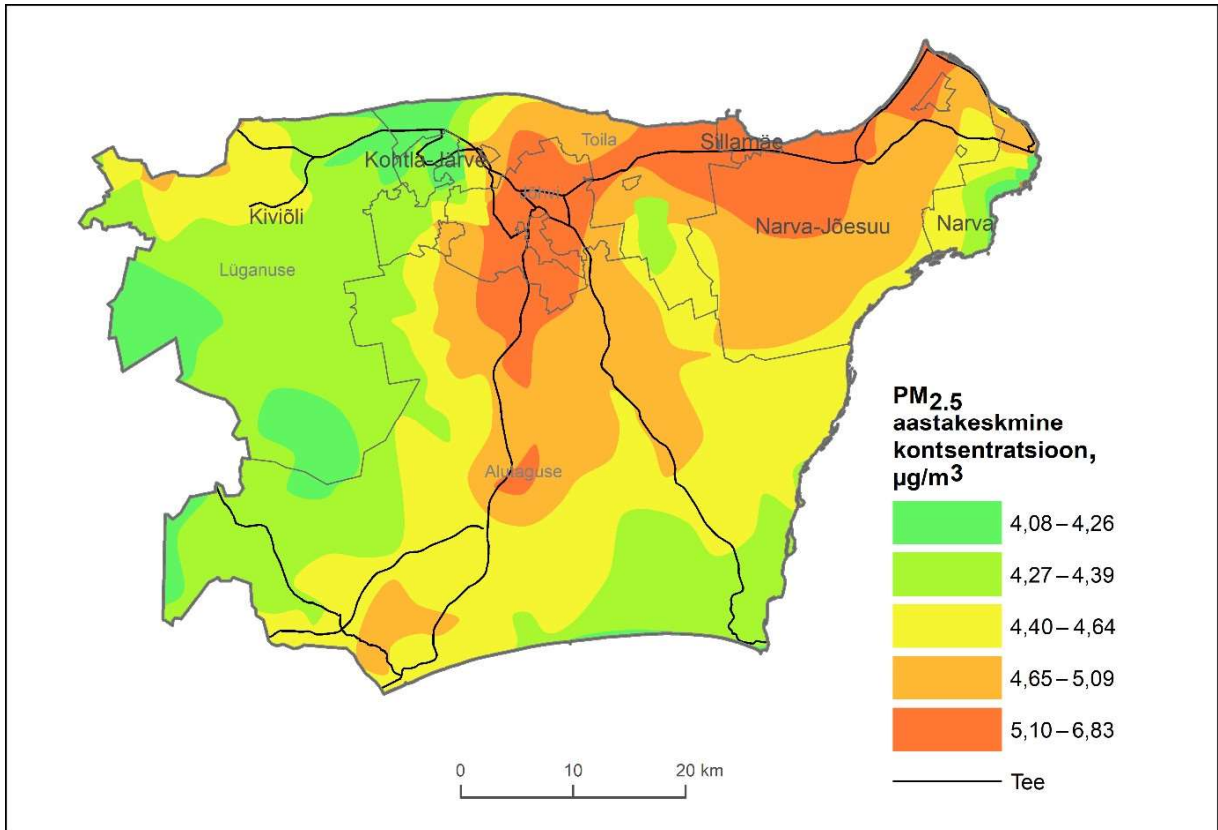


Схема 10. Моделированное среднегодовое содержание тонкодисперсных частиц (PM_{10}) в Ида-Вирумаа.



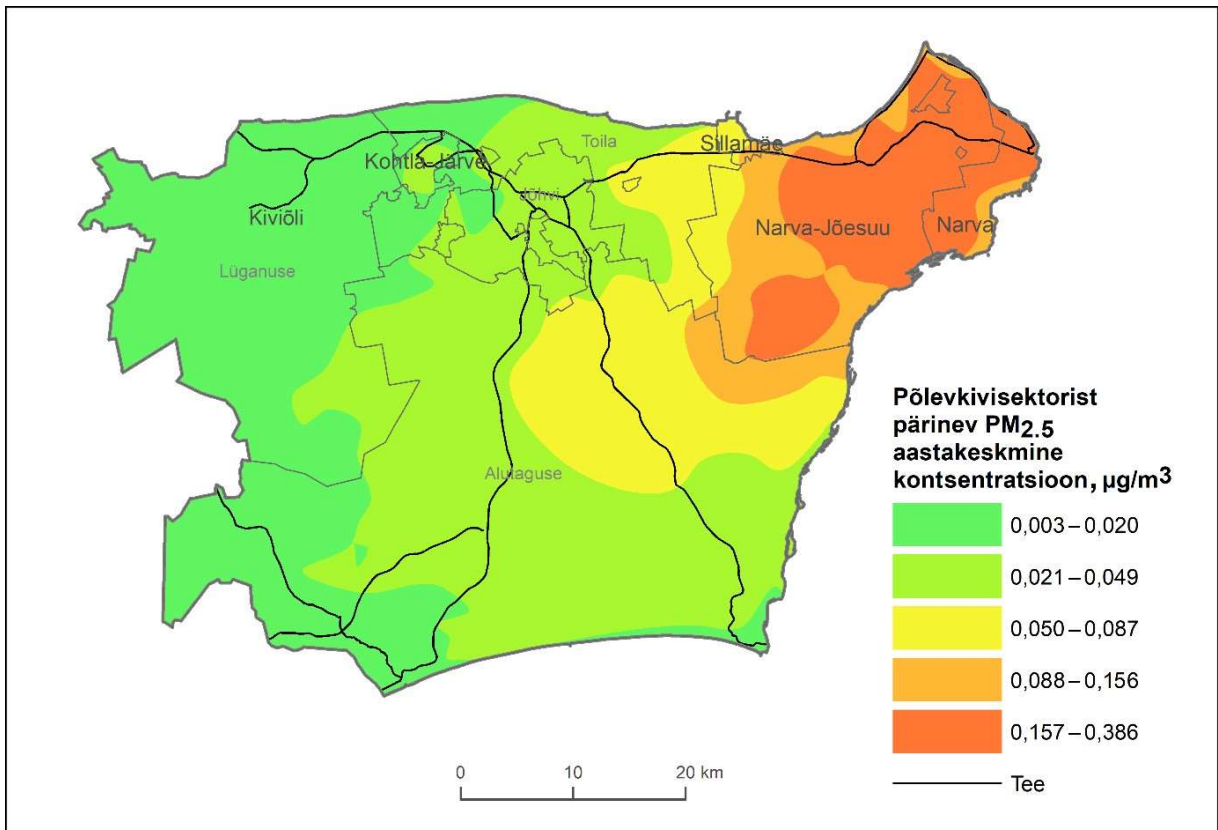
Среднегодовая концентрация тонкодисперсных частиц (PM₁₀), образуемых сланцевым сектором, мкг/м³
Дорога

Схема 11. Среднегодовое содержание тонкодисперсных частиц (PM₁₀) в Ида-Вирумаа, смоделированное на основании данных по выбросам, предоставленных предприятиями сланцевого сектора.



Среднегодовая концентрация PM_{2.5}, мкг/м³
Дорога

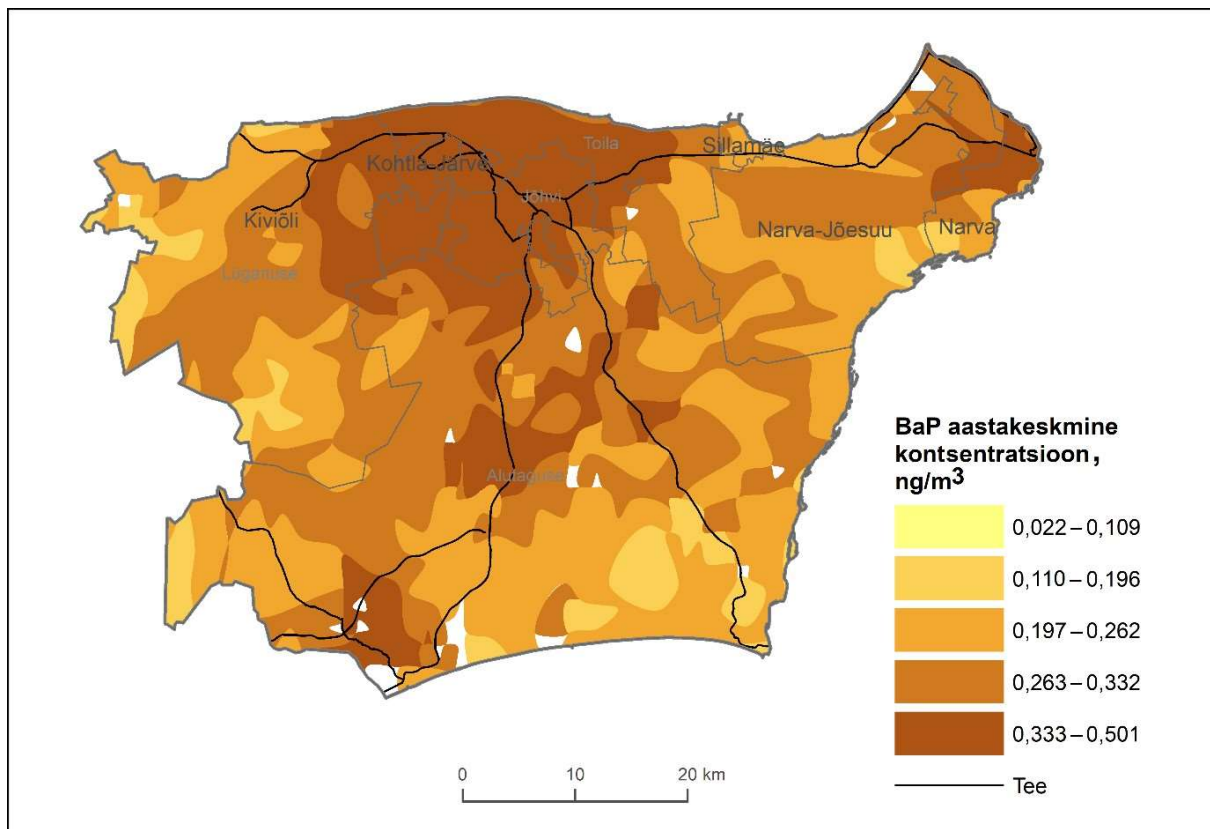
Схема 12. Моделированное среднегодовое содержание ультрадисперсных частиц (PM_{2.5}) в Ида-Вирумаа.



Среднегодовая концентрация ультрадисперсных частиц (PM_{2.5}), образуемых сланцевым

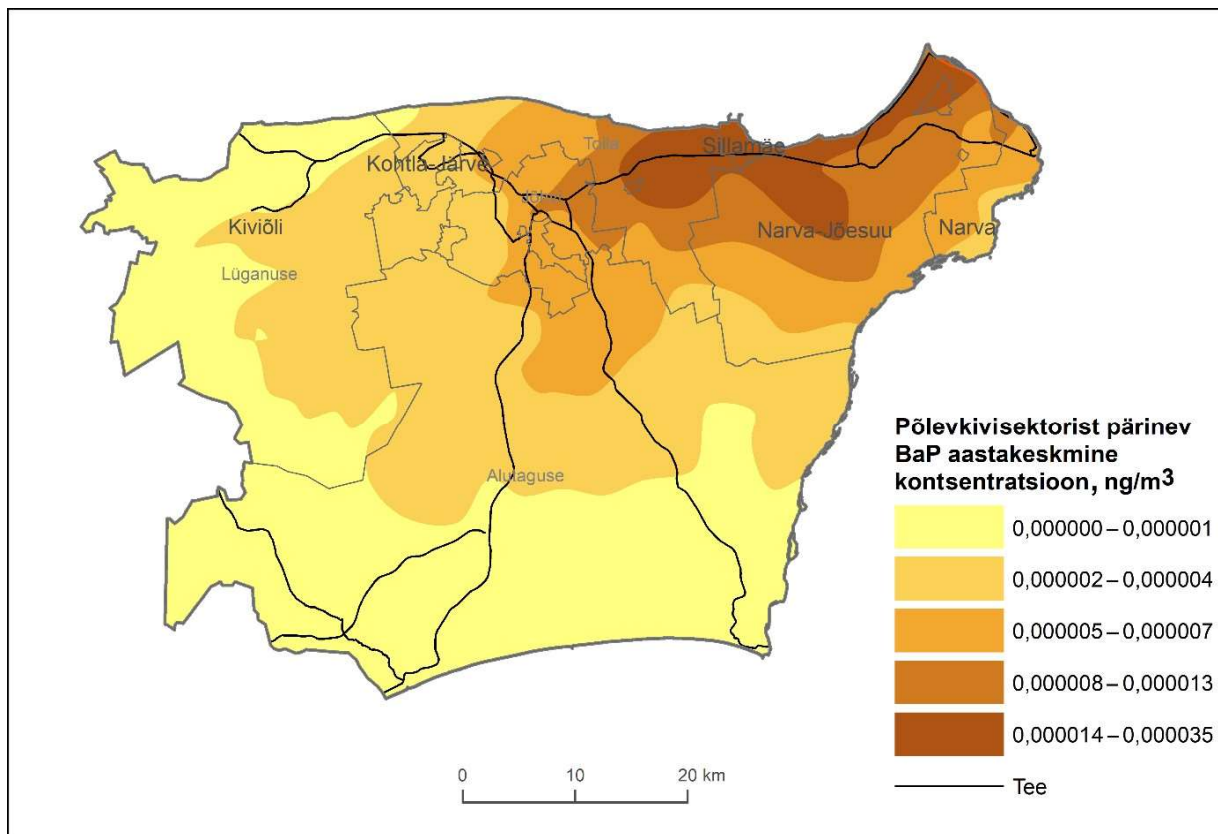
сектором, мкг/м³
Дорога

Схема 13. Среднегодовое содержание ультрадисперсных частиц (PM_{2.5}) в Ида-Вирумаа, смоделированное на основании данных по выбросам, предоставленных предприятиями сланцевого сектора.



Среднегодовая концентрация BaP, мкг/м³
Дорога

Схема 14. Моделированное среднегодовое содержание бензапирена (BaP) в Ида-Вирумаа.



Среднегодовая концентрация ВаР, образуемого сланцевым сектором, мкг/м³
Дорога

Схема 15. Среднегодовое содержание бензапирена (BaP) в Ида-Вирумаа, смоделированное на основании данных по выбросам, предоставленных предприятиями сланцевого сектора.

6.3. Дополнительное моделирование уровней загрязнения воздуха

Как в исследовании «случай-контроль» в отношении контрольной группы, так и в исследовании на основе регистра были включены участницы и из-за пределов Ида-Вирумаа, и в качестве части настоящей работы также было выполнено дополнительное моделирование уровней загрязнения воздуха относительно ультрадисперсных частиц (PM_{2,5}) и диоксида азота (NO₂). Ультрадисперсные частицы ранее использовались для характеристики опасного для здоровья, в том числе, промышленного загрязнения воздуха, в более общей степени, и диоксид азота ранее использовался в качестве индикатора токсичного загрязнения от дорожного движения (WHO, 2013b; Sommar *et al.*, 2014; Gustafsson *et al.* 2018).

Для моделирования использовалась информационная система по источникам загрязнения наружного воздуха OSIS2019, база данных по количеству выбросов от дорожного движения Traffic2019, база данных по количеству выбросов от местного теплоснабжения Kohtküte2017 и база данных по выбросам от сельского хозяйства, на основании которых были определены среднегодовые содержания. Полученные результаты были подтверждены на основании содержаний, замеренных мониторинговыми станциями. Смоделированные среднегодовые уровни загрязнения воздуха представлены на Схемах 16 и 17.

При моделировании выяснилось, что более высокие уровни содержания PM_{2,5} наблюдаются прежде всего в более крупных городах, в Северной Эстонии в целом, в Ида-Вирумаа, а также в промышленных зонах (Схема 16). Аналогично, более высокие уровни содержания NO₂ наблюдаются в городах (дорожное движение в которых более интенсивное), а самые высокие уровни NO₂ были зафиксированы в центре Таллинна.

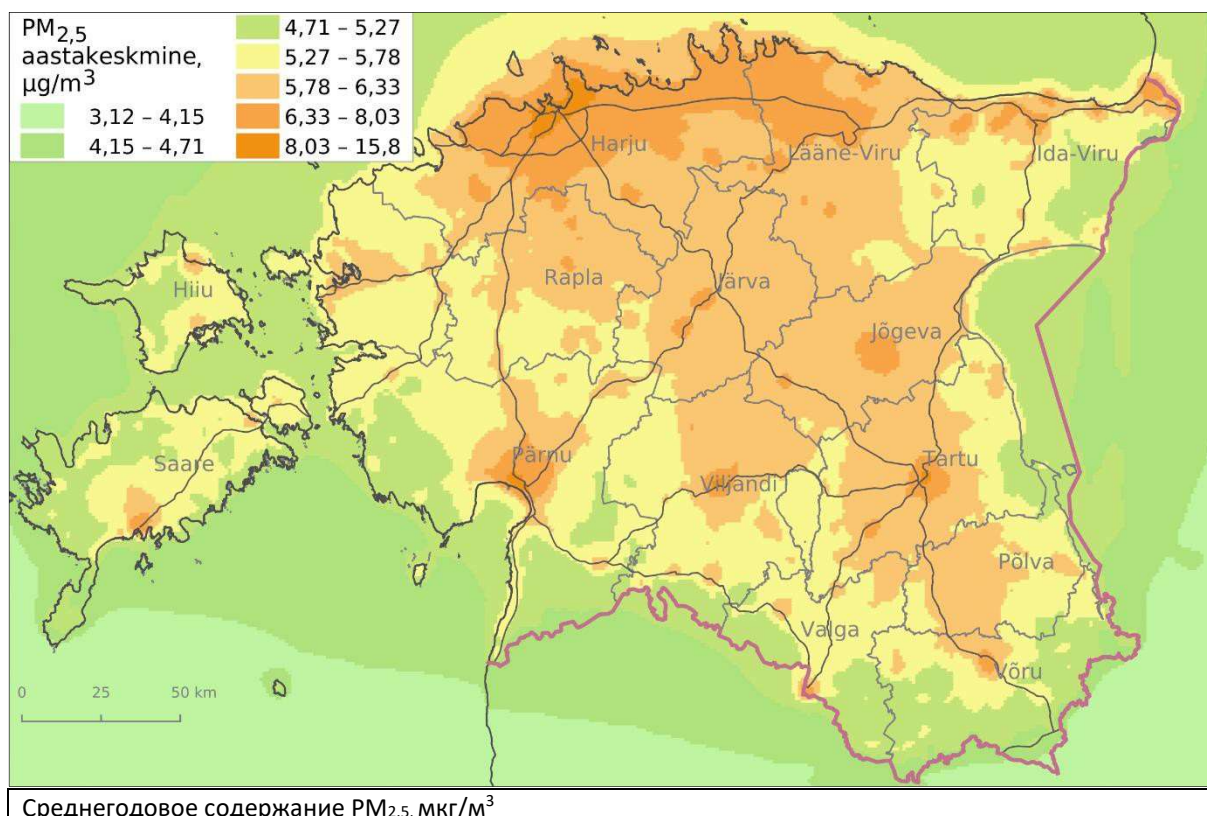


Схема 16. Моделированное среднегодовое содержание ультрадисперсных частиц (PM_{2.5}) в Эстонии.

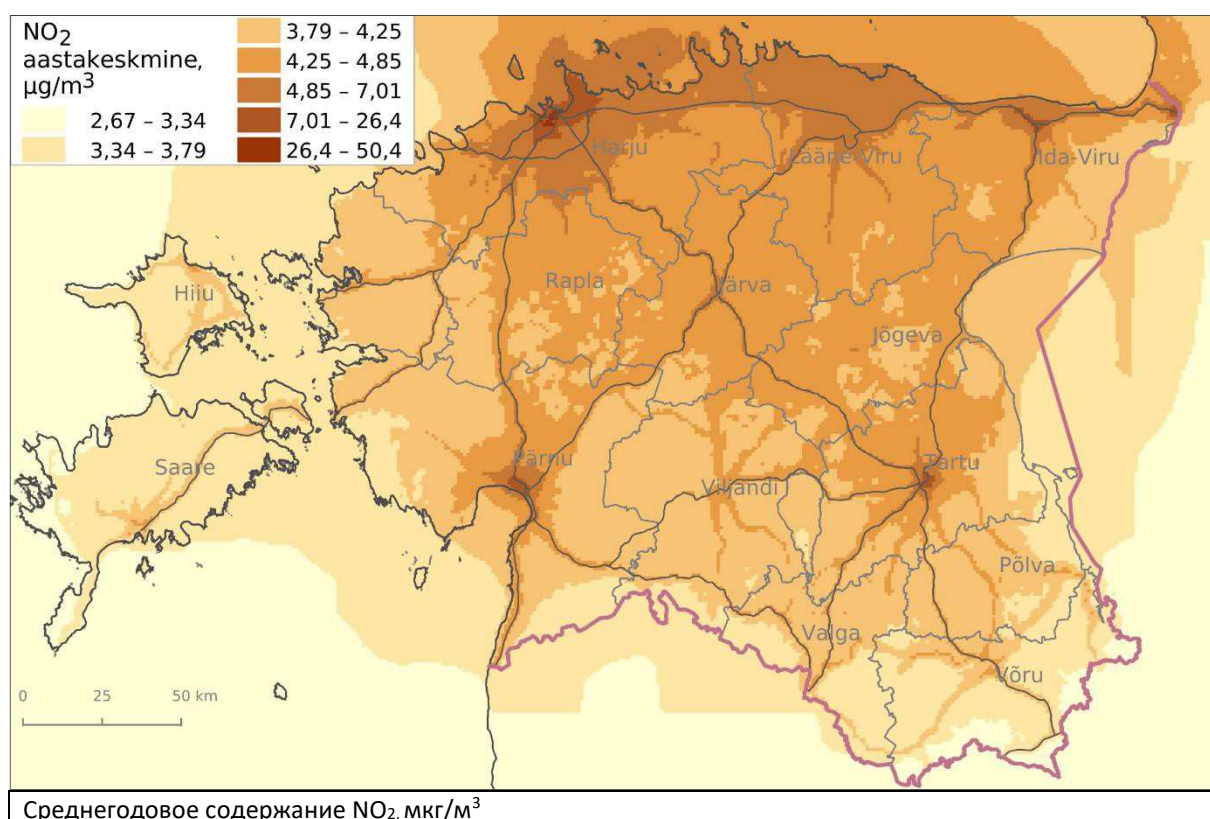


Схема 17. Моделированное среднегодовое содержание диоксида азота (NO₂) в Эстонии.

6.4. Геокодирование участвовавших в исследовании

Адреса мест жительства всех детей, родившихся согласно данным Регистра рождений в 2004-2018 годы, а также включенных в исследование «случай-контроль» родителей, были геокодированы, если в Регистре народонаселения имелся их адрес, который был достаточно точным для проведения работы. В случае детей использовались адреса на момент рождения, а в случае родителей использовались адреса на момент проведения опроса. В ходе геокодирования по текстовым адресам были найдены географические координаты адресных точек. Для геокодирования использовалась публичная услуга по геокодированию Земельного департамента, доступная на сайте Земельного департамента:

<https://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/Geokodeerimise-teenus-p440.html>.

6.5. Контакт участвовавших в исследовании с загрязнением воздуха

С помощью полученных координат данные о местах жительства детей на момент рождения были связаны с предварительно составленными базами данных по моделированию загрязнения воздуха (Ида-Вирумая и вся Эстония). После этого был определен среднегодовой контакт каждого ребенка и его родителя с загрязнением

воздуха в их месте жительства.

Так как включенные в исследование дети родились в период 2004-2018, в течение данного периода происходили изменения в уровнях загрязнения воздуха, и уровни загрязнения воздуха различались по годам (Saare *et al.*, 2020), смоделированные результаты были скорректированы в соответствии с уровнями, измеренными ближайшей мониторинговой станцией. Для этого использовались данные мониторинговых станций, расположенных в Таллинне в Ыйсмяэ (границащие с морем уезды Харьюмаа, Ляэнемаа, Ляэне-Вирумаа, Хийумаа, Сааремаа и Пярнумаа), в Тарту (не имеющие выхода к морю уезды Рапламаа, Ярвамаа, Йыгевамаа, Тартумаа, Вильяндимаа, а также города Нарва и Кохтла-Ярве (уезд Ида-Вирумаа). В качестве первого шага для каждого ребенка было определено среднее содержание загрязняющих веществ в первом (I), втором (II) и третьем (III) триместре предшествующего родам периода, зафиксированное измерительной станцией в 2004-2018 годах. В качестве второго шага полученный результат был скорректирован исходя из различия между среднегодовым моделированным содержанием в месте жительства и содержанием, которое было измерено в месте расположения измерительной станции. I триместром считается 1-13 неделя беременности, II триместром 14-27 неделя беременности и III триместром период начиная с 28 недели беременности.

В приведенной ниже таблице показан контакт включенных в исследование «случай-контроль» детей в период 2004-2018 с загрязнением воздуха в I и III триместре предшествующего родам периода. В результате анализа выяснилось, что в целом уровень контакта детей с загрязняющими веществами в предшествующий родам период в различных группах, а именно, недоношенные дети, дети с малым весом при рождении и доношенные дети с нормальным весом при рождении, был относительно одинаковым (Таблица 6). Несколько более высоким был уровень контакта с загрязнением воздуха недоношенных детей и детей с малым весом при рождении в Ида-Вирумаа в течение III триместра, и несколько меньшим было различие в течение I триместра. В то же время, различия были достаточно малы (<1 мкг/м³). То, повлияло ли такое небольшое различие на показатели детей при рождении, проанализировано в 7 главе.

Таблица 6. Контакт с загрязнением воздуха в I и III триместре (среднее содержание за период, мкг/м³) в исследованных группах в рамках исследования на основании регистра и исследования «случай-контроль».

Загрязняющее вещество Триместр	PM _{2.5} ¹		PM _{2.5} ²		PM ₁₀ ¹		PM ₁₀ ²		NO ₂ ¹	
	I	III	I	III	I	III	I	III	I	III
<i>Исследование на основании регистра</i>										
Ида-Вирумаа, норм. вес при рождении и доношенный ребенок	7,3	6,9	8,7	8,2	13,4	13,4	16,0	16,1	7,7	7,6
Ида-Вирумаа, малый вес при рождении	7,3	7,3	8,7	8,6	13,9	13,8	16,5	16,5	7,6	8,1
Ида-Вирумаа, недоношенный ребенок	7,3	7,1	8,7	8,4	13,8	14,0	16,4	16,7	8,0	7,8
Остальная Эстония, норм. вес при рождении и доношенный ребенок	6,9	6,8			12,4	12,4			8,9	8,8
Остальная Эстония, малый вес при рождении	6,9	6,8			12,4	12,3			8,8	8,7
Остальная Эстония, недоношенный ребенок	6,9	6,7			12,5	12,3			8,9	8,7
<i>Исследование «случай-контроль»</i>										
Ида-Вирумаа, норм. вес при рождении и доношенный ребенок	7,4	7,2	9,1	8,9	13,8	14,2	17,0	17,4	7,5	7,6
Ида-Вирумаа, малый вес при рождении	7,0	7,2	8,6	9,0	14,2	13,0	17,4	16,3	7,1	7,9
Ида-Вирумаа, недоношенный ребенок	6,8	6,5	8,0	7,7	13,8	14,0	16,4	16,7	8,0	7,8
Остальная Эстония, норм. вес при рождении и доношенный ребенок	7,2	7,1			13,3	13,3			9,1	9,1
Остальная Эстония, малый вес при рождении	7,6	7,0			13,9	13,6			9,9	8,8
Остальная Эстония, недоношенный ребенок	7,3	7,1			13,2	13,8			9,5	9,8

¹ Значения загрязнения воздуха, измеренные в I и III триместре в месте расположения ближайшей измерительной станции, уточненные исходя из результатов модели загрязнения воздуха по всей Эстонии

² Значения загрязнения воздуха, измеренные в I и III триместре в месте расположения ближайшей измерительной станции, уточненные исходя из результатов модели загрязнения воздуха в Ида-Вирумаа

6.6. Проживание участников исследования в зоне источников загрязнения

Во многих исследованиях в качестве индикатора контакта с промышленными загрязнениями также использовалось расстояние места жительства ребенка от ближайшего источника загрязнения, вызванного сланцевой промышленностью (см. главу 3). Использованные расстояния в различных исследованиях были разными, варьируя от одного до десяти километров (Yang *et al.*, 2002b; Oliveira *et al.*, 2002; Tsai *et al.*, 2003; Svehkina *et al.*, 2018). Для настоящего исследования были выбраны три сравнительных расстояния: 3, 5 и 10 км. В качестве места расположения промышленного источника был выбран центральный пункт главной промышленной трубы производственного объекта сланцевой промышленности (Kiviõli Keemiatööstus в Кивиыли, VKG Oil в Кохтла-Ярве, Аувереская электростанция и расположенная рядом с Нарвой Балтийская теплоэлектростанция). Расстояние от источника загрязнения было найдено с помощью программного обеспечения QGIS посредством использования геокодированных домашних адресов детей в момент их рождения.

Таблица 7. Случаи преждевременных родов и малого веса при рождении на различных расстояниях от производственных объектов сланцевой промышленности, % (от количества участвовавших в исследовании, проживавших на различных расстояниях от источника загрязнения)

Расстояние от объекта сланцевой промышленности	Недоношенный ребенок	Малый вес при рождении	Доношенный ребенок, нормальный вес при рождении
≤3 км	4,8 (88)	5,3 (97)	93,3 (1696)
≤5 км	4,1 (323)	4,7 (376)	93,9 (7262)
≤10 км	3,9 (446)	4,5 (509)	93,7 (10 339)
>10 км	2,9 (5474)	2,9 (5396)	96,0 (176 044)

7. Влияние загрязнения воздуха и социально-демографических факторов на показатели ребенка при рождении

7.1. Выборка исследования данных Регистра рождений

С использованием данных Регистра рождений было исследовано влияние загрязнения воздуха на увеличение риска преждевременных родов и малого веса при рождении (Таблица 8).

Таблица 8. Влияние загрязнения воздуха на увеличение риска преждевременных родов и малого веса при рождении, выраженное в форме отношения шансов (OR)

	PM _{2,5}	PM _{2,5} (Ида-Вирумаа)	PM ₁₀	PM ₁₀ (Ида-Вирумаа)	NO ₂	ВаР (Ида-Вирумаа)	Бензол (Ида-Вирумаа)
OR (95% UV), 10 мкг/м ³ на уровень загрязнения							
Связь с увеличением риска преждевременных родов							
<i>Нескорректированная модель</i>							
I триместр	1,06 (0,97–1,16)	0,94 (0,68–1,29)	1,05 (0,99–1,11)	1,08 (0,96–1,21)	0,98 (0,90–1,05)		
III триместр	0,99 (0,90–1,08)	1,20 (0,88–1,63)	1,01 (0,95–1,07)	1,07 (0,95–1,21)	0,89 (0,82–0,96)		
Во время беременности						1,18 (0,45–3,21)	0,80 (0,65–0,97)
<i>Скорректированная модель 1¹</i>							
I триместр	1,09 (1,00–1,20)	1,01 (0,73–1,39)	1,07 (1,02–1,13)	1,10 (0,98–1,24)	1,02 (0,94–1,10)		
III триместр	1,01 (0,92–1,11)	1,26 (0,92–1,72)	1,03 (0,97–1,09)	1,09 (0,97–1,23)	0,91 (0,84–0,99)		
Во время беременности						1,31 (0,49–3,57)	0,85 (0,68–1,04)
<i>Скорректированная модель 2¹</i>							
I триместр	1,12 (1,02–1,23)	0,99 (0,70–1,37)	1,05 (0,99–1,11)	1,12 (0,99–1,26)	1,04 (0,96–1,13)		
III триместр	1,03 (0,94–1,13)	1,30 (0,95–1,79)	1,03 (0,97–1,09)	1,12 (0,98–1,26)	0,90 (0,83–0,98)		
Во время беременности						2,04 (0,73–5,75)	0,73 (0,58–0,90)
Связь с малым весом при рождении							
<i>Нескорректированная модель</i>							
I триместр	1,04 (0,94–1,13)	0,94 (0,68–1,27)	1,04 (0,98–1,10)	1,09 (0,97–1,22)	0,91 (0,84–0,99)		
III триместр	1,01 (0,92–1,11)	1,45 (1,08–1,92)	0,99 (0,93–1,05)	1,04 (0,92–1,16)	0,90 (0,83–0,97)		
Во время беременности						2,57 (0,99–6,72)	0,91 (0,75–1,10)
<i>Скорректированная модель 1¹</i>							
I триместр	1,05 (0,96–1,15)	0,99 (0,73–1,35)	1,05 (0,99–1,11)	1,10 (0,98–1,23)	0,96 (0,88–1,03)		
III триместр	1,02 (0,93–1,13)	1,50 (1,12–1,99)	1,05 (0,93–1,17)	1,04 (0,93–1,17)	0,93 (0,85–1,01)		
						2,59	0,94

Во время беременности						(0,99–6,83)	(0,77–1,14)
Скорректированная модель 2¹							
I триместр	1,06 (0,97–1,17)	0,96 (0,70–1,33)	1,02 (0,97–1,08)	1,12 (0,99–1,25)	0,98 (0,91–1,06)		
III триместр	1,03 (0,94–1,14)	1,56 (1,16–2,08)	1,06 (0,94–1,19)	1,06 (0,94–1,19)	0,92 (0,85–1,00)		
Во время беременности						4,06 (1,50–11,1)	0,84 (0,69–1,04)

¹Подробности относительно скорректированных факторов, использованных в модели, приведены в Приложении 2.

В ходе анализа использовались три модели: 1-я модель являлась нескорректированной моделью, 2-я модель была скорректирована в соответствии с национальностью, образованием и возрастом матери, и 3-я модель была дополнительно скорректирована в соответствии с оплодотворением *in vitro*, предыдущим кесаревым сечением, угрозой преждевременных родов, угрозой прерывания беременности, преэклампсией, диабетом и гипертонией. Коррекция в отношении данных факторов применялась только в том случае, если эти факторы оказывали существенное влияние на результаты (Приложение 2).

В результате анализа выяснилось, что больший контакт с ультрадисперсными частицами в I триместре увеличивает риск преждевременных родов на 12% при увеличении содержания $PM_{2.5}$ на 10 мкг/м^3 . (OR=1,12, 95% UV 1,02–1,23) (Таблица 8). Больший контакт с ультрадисперсными частицами в III триместре увеличивает риск малого веса при рождении на 56% при увеличении содержания $PM_{2.5}$ на 10 мкг/м^3 (OR=1,56, 95% UV 1,16–2,08), однако в данном случае влияние наблюдалось только в выборке по Ида-Вирумаа. Кроме того, выяснилось, что больший контакт с бензапиреном во время беременности увеличивает риск малого веса при рождении (OR=4,06 при увеличении содержания бензапирена на 10 мкг/м^3 ; 95% UV 1,50–2,08). В то же время, в случае бензола было установлено противоположное влияние на преждевременные роды, хотя мы не можем считать эту связь причинно-следственной, так как предыдущие исследования связывали более высокие содержания бензола с ухудшившимися показателями при рождении (Nielsen *et al.*, 2019; Gong *et al.*, 2018a; Zahran *et al.*, 2012), а в некоторых исследованиях такого влияния установлено не было (Nielsen *et al.*, 2020).

7.2. Выборка исследования «случай-контроль»

В результате исследования «случай-контроль» выяснилось, что недоношенные дети и дети с малым весом чаще жили вблизи производственных объектов сланцевой промышленности (в качестве индикатора было взято расстояние места жительства от трубы ближайшего производственного объекта сланцевой промышленности) (Таблица 9). Анализ скорректированной условной логистической регрессионной модели показал, что риск преждевременных родов является в 2,50 раза выше (OR=2,50; 95% UV 1,05–5,98), и риск малого веса при рождении в 3,18 раза выше (OR=3,18; 95% UV 1,03–9,78), если вблизи зарегистрированного места жительства матери (в радиусе 10 км) имеется труба производственного объекта сланцевой промышленности. В других странах также были замечены ухудшившиеся показатели при рождении вблизи электростанций. В США было обнаружено, что наличие нескольких электростанций в радиусе 20 км от места проживания увеличивало риск преждевременных родов на 20% (OR=1,20; 95% UV 1,14–1,25) (Ha *et al.*, 2015). В проведенном в США исследовании Currie (2015) было также обнаружено, что распространенность случаев малого веса при рождении в радиусе 1,6 км от одного работающего завода увеличивается в среднем на 3%.

Таблица 9. Частота случаев преждевременных родов и малого веса при рождении вблизи производственных объектов сланцевой промышленности, и их связь с проживанием в радиусе 2,5 и 10 км от трубы

Расстояние от объекта сланцевой промышленности	Преждевременные роды			Малый вес при рождении			n ^b
	Случаи, % (n=359)	Контроли, % (n=1435)	OR ^a (95% UV)	Случаи, % (n=203)	Контроли, % (n=1591)	OR ^a (95% UV)	
≤3 км	3,6	2,6	2,67 (0,43–16,49)	3,9	2,7	4,45 (0,35–56,06)	51
≤5 км	11,1	9,8	2,41 (0,91–6,35)	11,8	9,9	3,25 (0,82–12,88)	181
≤10 км	17,0	14,0	2,50 (1,05–5,98)	18,7	14,1	3,18 (1,03–9,78)	262

^aЛогистическая регрессия была скорректирована относительно образования, области деятельности, национальности, уровня дохода матери, привычек курения в семье и пола ребенка ($p < 0,05$)

^b Число участвовавших в исследовании на различных расстояниях

В данной модели значительным фактором риска помимо расстояния от труб также был возраст матери во время родов (OR=1,05, 95% UV 1,03–1,07 за каждый добавляющийся год). В ходе опроса мать просили вспомнить, возникали ли перед началом беременности на ее рабочем месте различные факторы риска (холод/жара, пыль и т.д.). Исходя из этого же статистического анализа, данные факторы риска статистически значимого влияния не оказывали.

8. Резюме

Среди всех уездов недоношенных детей больше всего рождается в Ида-Вирумаа – в 2004-2018 годах в среднем 5,9%. В то же время, средний показатель преждевременных родов в Эстонии составляет 4,9%, а самой низкой доля преждевременных родов является в Ляэнемаа (4,2%). Неравенство в плане здоровья выражается и в том, что в Ида-Вирумаа средний вес ребенка при рождении на 125 граммов меньше, чем в среднем по всей остальной Эстонии, и в данном регионе рождалось статистически значительно больше детей с малым весом при рождении (<2500 г).

Несмотря на то, что с течением времени качество воздуха в Ида-Вирумаа улучшилось, и предельные значения превышаются все реже, четверть жителей данного региона по-прежнему считают, что уровень загрязнения воздуха в их месте жительства представляет большую или очень большую опасность для здоровья их детей. Так как научные исследования показали, что тонкодисперсные частицы (PM₁₀) и особенно ультрадисперсные частицы (PM_{2.5}) оказывают влияние на здоровье и при содержании, являющемся значительно меньшим, чем установленные законодательством Европейского союза и Эстонии предельные значения, то уменьшение уровня загрязнения по-прежнему является очень важной задачей. Из данных загрязняющих веществ влияние загрязнений, вызванных сектором сланцевой промышленности, лучше всего характеризует именно контакт с PM_{2.5} в Ида-Вирумаа.

Из исследованных социально-демографических показателей больше всего на показатели при рождении влиял возраст матери – чем в более старшем возрасте проходят роды, тем более высоким является риск рождения недоношенного ребенка. Кроме того, на вес ребенка при рождении и время его рождения влияло образование матери (в случае более низкого уровня образования риск выше), национальность матери (у неэстонок риск выше) и обычная область деятельности матери (самый маленький риск у работающих матерей). На ухудшение показателей при рождении также влияли факторы риска и осложнения во время беременности, которые были учтены следующим образом.

В результате анализа выяснилось, что контакт с PM_{2.5} во время I триместра увеличивал риск преждевременных родов, и контакт с PM_{2.5} во время III триместра увеличивал риск малого веса при рождении. При этом влияние на вес при рождении было обнаружено только в Ида-Вирумаа. Влияние других исследованных загрязняющих веществ (MP₁₀ NO₂) было менее значимым (бензапирен) или дало противоречивые результаты (бензол). Увеличение риска как досрочных родов, так и малого веса при рождении обуславливало и проживание в радиусе 10 км от производственного объекта сланцевой промышленности. При этом, чем ближе к такому объекту проживали жители (≤3 км, ≤5 км, ≤10 км), тем сильнее ухудшались показатели при рождении.

Так как у недоношенных детей и/или детей с малым весом при рождении существовал более высокий риск развития различных хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы и дыхательных путей, диабета, возникновения нарушения развития и других нарушений, то с позиции здоровья народонаселения данные воздействия чрезвычайно важно уменьшить. Так как важными факторами влияния являются как загрязнение воздуха, так и различные социально-демографические факторы, важно как ограничить

выбросы загрязняющих веществ, так и улучшить жилую среду Ида-Вирумаа в целом. Для уменьшения количества загрязняющих веществ предприятия сланцевой промышленности должны использовать наилучшую возможную технику, так как риск преждевременных родов и малого веса при рождении вблизи производственных объектов сланцевой промышленности является более высоким. Кроме того, необходимо увеличить также осведомленность как местных жителей, так и гинекологов и акушерок относительно влияния загрязнения воздуха на показатели при рождении. Мы считаем, что улучшение здоровья жителей Ида-Вирумаа должно быть очень важной частью справедливого перехода к критериям Зеленого пакта для Европы, так как неравенство в области здоровья является большим, и оно начинается уже с момента рождения ребенка.

Использованная литература

- Allvee, K. & Karro, H. (2017) Eesti Meditsiiniline Sünniregister 1992-2016. Eesti Abordiregister 1996-2016. Available at: <https://www.rahvatervis.ut.ee/bitstream/1/6852/1/Synniregister2017.pdf> (Accessed: 27 April 2021).
- Al-Saleh, I. *et al.* (2014) Birth outcome measures and maternal exposure to heavy metals (lead, cadmium and mercury) in Saudi Arabian population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(2–3), 205–218. doi: 10.1016/j.ijheh.2013.04.009.
- Amster, E. & Levy, C. L. (2019) Impact of coal-fired power plant emissions on children's health: A systematic review of the epidemiological literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi: 10.3390/ijerph16112008.
- ATSDR (2007) *Toxicological Profile: Benzene*. Available at: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=40&tid=14> (Accessed: 28 September 2020).
- Berkowitz, Z. *et al.* (2006) Lead exposure and birth outcomes in five communities in Shoshone County, Idaho. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(2), 123–132. doi: 10.1016/j.ijheh.2005.11.001.
- Boström, C. E. *et al.* (2002) Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environmental Health Perspectives*, 451–488. doi: 10.1289/ehp.110-1241197.
- Casey, J. A. *et al.* (2018) Retirements of coal and oil power plants in California: Association with reduced preterm birth among populations nearby. *American Journal of Epidemiology*, 187(8), 1586–1594. doi: 10.1093/aje/kwy110.
- Cassidy-Bushrow, A. E. *et al.* (2020) Prenatal airshed pollutants and preterm birth in an observational birth cohort study in Detroit, Michigan, USA. *Environmental Research*, 189, p. 109845. doi: 10.1016/j.envres.2020.109845.
- Choi, H. *et al.* (2006) International studies of prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and fetal growth. *Environmental Health Perspectives*, 114(11), 1744–1750. doi: 10.1289/ehp.8982.
- Currie, J. *et al.* (2015) Environmental Health Risks and Housing Values: Evidence from 1,600 Toxic Plant Openings and Closings. *American Economic Review*, 105(2), 678–709. doi: 10.1257/aer.20121656.
- Cutland, C. L. *et al.* (2017) Low birth weight: Case definition & guidelines for data collection, analysis, and presentation of maternal immunization safety data. *Vaccine*, 35(48), 6492–6500. doi: 10.1016/j.vaccine.2017.01.049.
- DeCicca, P. & Malak, N. (2020) When good fences aren't enough: The impact of neighboring air pollution on infant health. *Journal of Environmental Economics and Management*, 102.

doi: 10.1016/j.jeem.2020.102324.

Dejmek, J. *et al.* (2000) The impact of polycyclic aromatic hydrocarbons and fine particles on pregnancy outcome. *Environmental Health Perspectives*, 108(12), 1159–1164. doi: 10.1289/ehp.001081159.

Dolk, H. *et al.* (2000) Perinatal and infant mortality and low birth weight among residents near cokeworks in Great Britain. *Archives of Environmental Health*, 55(1), 26–30. doi: 10.1080/00039890009603381.

EPHA (2020) A Healthy European Green Deal? Putting public health at the heart of the transition to sustainability. <https://epha.org/wp-content/uploads/2020/07/green-deal-briefing.pdf> (Accessed: 27 April 2021).

Estarlich, M. *et al.* (2011) Residential exposure to outdoor air pollution during pregnancy and anthropometric measures at birth in a multicenter cohort in Spain. *Environmental Health Perspectives*, 119(9), 1333–1338. doi: 10.1289/ehp.1002918.

Eskenazi, B. *et al.* (2013). A rapid questionnaire assessment of environmental exposures to pregnant women in the INTERGROWTH-21st Project. *International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 120(Suppl. 2), 129–138. doi: 10.1111/1471-0528.12430.

Ghosh, R. E. *et al.* (2019) Fetal growth, stillbirth, infant mortality and other birth outcomes near UK municipal waste incinerators; retrospective population based cohort and case-control study. *Environment International*, 122, 151–158. doi: 10.1016/j.envint.2018.10.060.

Gong, X. *et al.* (2018a) Industrial air pollution and low birth weight: a case-control study in Texas, USA. *Environmental Science and Pollution Research*. Springer Verlag, 25(30), 30375–30389. doi: 10.1007/s11356-018-2941-y.

Gong, X. *et al.* (2018b) Associations between maternal residential proximity to air emissions from industrial facilities and low birth weight in Texas, USA. *Environment International*, 120, 181–198. doi: 10.1016/j.envint.2018.07.045.

Govarts, E. *et al.* (2016) Combined effects of prenatal exposures to environmental chemicals on birth weight. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), p. 495. doi: 10.3390/ijerph13050495.

Gustafsson, M. *et al.* (2018) Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1242584/FULLTEXT01.pdf> (Accessed: 27 April 2021).

Ha, S. *et al.* (2015) Associations between residential proximity to power plants and adverse birth outcomes. *American Journal of Epidemiology*, 182(3), 215–224. doi: 10.1093/aje/kwv042.

Hansteen, I. L. *et al.* (1998) Birth weight and environmental pollution in the county of Telemark, Norway. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 4(2), 63–70. doi: 10.1179/oeh.1998.4.2.63.

- Hill, E. L. (2018) Shale gas development and infant health: Evidence from Pennsylvania. *Journal of Health Economics*, 61, 134–150. doi: 10.1016/j.jhealeco.2018.07.004.
- Jedrychowski, W. A. *et al.* (2006) Variability of total exposure to PM_{2.5} related to indoor and outdoor pollution sources. Krakow study in pregnant women. *Science of the Total Environment*. *Sci Total Environ*, 366(1), 47–54. doi: 10.1016/j.scitotenv.2005.08.001.
- Johannessen, A. (2014). Longterm follow-up in European respiratory health studies – patterns and implications. *BMC Pulmonary Medicine*, 14, 63. doi: 10.1186/1471-2466-14-63.
- Kannan, S. *et al.* (2006) Exposures to airborne particulate matter and adverse perinatal outcomes: a biologically plausible mechanistic framework for exploring potential effect modification by nutrition. *Environmental Health Perspectives*, 114(11), 1636–1642. doi: 10.1289/ehp.9081.
- Kippler, M. *et al.* (2012) Environmental exposure to arsenic and cadmium during pregnancy and fetal size: A longitudinal study in rural Bangladesh. *Reproductive Toxicology*, 34(4), 504–511. doi: 10.1016/j.reprotox.2012.08.002.
- Kohv, N. *et al.* (2020) *Eesti õhusaasteainete heitkogused aastatel 1990-2018*. Available at: www.keskkonnaagentuur.ee.
- Lampi, J. (2019). Kansallinen sisäilmakartoitus 2018: käsitykset sisäilmaan liittyvistä terveysvaikutuksista. *Tutkimuksesta tiiviisti*, 46. Available at: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138747/URN_ISBN_978-952-343-412-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Laurent, O. *et al.* (2016) A statewide nested case-control study of preterm birth and air pollution by source and composition: California, 2001-2008. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 1479–1486. doi:10.1289/ehp.1510133.
- Lavigne, E. *et al.* (2016) Ambient air pollution and adverse birth outcomes: Differences by maternal comorbidities. *Environmental Research*, 148, 457–466. doi: 10.1016/j.envres.2016.04.026.
- Li, X. *et al.* (2017) Association between ambient fine particulate matter and preterm birth or term low birth weight: An updated systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*, 227, 596–605. doi: 10.1016/j.envpol.2017.03.055.
- Li, X. *et al.* (2018) Exposure to firework chemicals from production factories in pregnant women and risk of preterm birth occurrence in Liuyang, China. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*, 81(6), 154–159. doi: 10.1080/15287394.2017.1415579.
- Li, Zhou *et al.* (2019) Impact of ambient PM_{2.5} on adverse birth outcome and potential molecular mechanism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169, 248–254. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.10.109.
- Lin, M. C. *et al.* (2001a) Adverse pregnancy outcome in a petrochemical polluted area in

- Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A*, 63(8), 565–574. doi: 10.1080/152873901316857743.
- Lin, M. C. *et al.* (2001b) Increased risk of preterm delivery in areas with air pollution from a petroleum refinery plant in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A*, 64(8), 637–644. doi: 10.1080/152873901753246232.
- Lin, M. C. *et al.* (2004) Increased Risks of Term Low-Birth-Weight Infants in a Petrochemical Industrial City with High Air Pollution Levels. *Archives of Environmental Health*, 59(12), 663–668. doi: 10.1080/00039890409602951.
- Liu, C. *et al.* (2017) Different exposure levels of fine particulate matter and preterm birth: a meta-analysis based on cohort studies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(22), 17976–17984. doi: 10.1007/s11356-017-9363-0.
- Lu, C. *et al.* (2020) Combined effects of ambient air pollution and home environmental factors on low birth weight. *Chemosphere*, 240. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124836.
- Mahapatra, B. *et al.* (2020) Effect of exposure to PM₁₀ on child health: evidence based on a large-scale survey from 184 cities in India. *BMJ Global Health*, 5(8), e002597. doi: 10.1136/bmjgh-2020-002597.
- Malley, C. S. *et al.* (2017) Preterm birth associated with maternal fine particulate matter exposure: A global, regional and national assessment. *Environment International*, 173–182. doi: 10.1016/j.envint.2017.01.023.
- Marquès, M. *et al.* (2020) Health risks for the population living near petrochemical industrial complexes. 2. Adverse health outcomes other than cancer. *The Science of the Total Environment*, 139122. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139122.
- Melody, S. *et al.* (2020) Adverse birth outcomes in Victoria, Australia in association with maternal exposure to low levels of ambient air pollution. *Environmental Research*, 188, 109784. doi: 10.1016/j.envres.2020.109784.
- Melody, S. M. *et al.* (2019) Maternal exposure to short-to medium-term outdoor air pollution and obstetric and neonatal outcomes: A systematic review. *Environmental Pollution*, 915–925. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.086.
- Minka, A. & Kippar, K. (2019) *Lapse tervise jälgimise juhend - Ravijuhend*. Available at: <https://www.ravijuhend.ee/tervishoiuvarav/juhendid/130/lapse-tervise-jalgimise-juhend#toc17>.
- Mohorovic, L. (2004) First two months of pregnancy - Critical time for preterm delivery and low birthweight caused by adverse effects of coal combustion toxics. *Early Human Development*, 80(2), 115–123. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2004.06.001.
- Nielsen, C. C. *et al.* (2019) Geographic information assessment of maternal ambient health hazards and adverse birth outcomes in Canada. *Science of the Total Environment*, 696. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134091.

- Nielsen, C. C. *et al.* (2020) Space-time hot spots of critically ill small for gestational age newborns and industrial air pollutants in major metropolitan areas of Canada. *Environmental Research*, 186. doi: 10.1016/j.envres.2020.109472.
- OECD (2017) *OECD Environmental Performance Reviews: Estonia 2017*. OECD. doi: 10.1787/9789264268241-en.
- Orru, H. *et al.* (2015) Põlevkivisektori tervisemõjude uuring. Sisukokkuvõte. Available at: https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/KTO/Projektid/KIK-Polevkivisektori_tervisemojude_uuringu_sisukokkuvote.zip
- Orru, H. *et al.* (2019) *Metoodika väljatöötamine ja rakendamine välisõhuseisundi ning lapsega astma ja teiste allergiahaiguste vaheliste seoste leidmiseks põlevkivitööstusest mõjutatud aladel-METRAK. Lõpparuanne*. Available at: https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/Keskkonnatervis/metrak_lopparuanne.pdf.
- Orru, H. *et al.* (2020) Human biomonitoring in the oil shale industry area in Estonia-overview of earlier programmes and future perspectives. *Frontiers in Public Health*, 8, 582114. doi: 10.3389/fpubh.2020.582114.
- Paju, M. *et al.* (2016) *Raskmetallide, püsivate saasteainete ja ülipeente osakeste erihedete määramine põlevkivi termilisel töötlemisel*. Available at: https://www.envir.ee/sites/default/files/rm_pos_erihedete_aruanne.pdf.
- Perera, F. P. *et al.* (2003) Effects of transplacental exposure to environmental pollutants on birth outcomes in a multiethnic population. *Environmental Health Perspectives*, 111(2), 201–205. doi: 10.1289/ehp.5742.
- Perera, F. P. *et al.* (2005) Relationships among Polycyclic Aromatic Hydrocarbon–DNA Adducts, Proximity to the World Trade Center, and Effects on Fetal Growth. *Environmental Health Perspectives*, 113(8), 1062–1067. doi: 10.1289/ehp.7908.
- Phatrabuddha, N. *et al.* (2013) Comparison of personal BTEX exposure and pregnancy outcomes among pregnant women residing in and near petrochemical industrial area. *Environment Asia*, 6(2), 34–41. doi: 10.14456/ea.2013.15.
- Porpora, M. *et al.* (2019) Environmental contaminants exposure and preterm birth: A systematic review. *Toxics*, 7(1), 11. doi: 10.3390/toxics7010011.
- Porter, T. R. *et al.* (2014) Spatiotemporal association between birth outcomes and coke production and steel making facilities in Alabama, USA: A cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 13(1). doi: 10.1186/1476-069X-13-85.
- Dos Reis, M. M. *et al.* (2017) Air pollution and low birth weight in an industrialized city in Southeastern Brazil, 2003–2006. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 20(2), 189–199. doi: 10.1590/1980-5497201700020001.
- Saare, K. *et al.* (2019) Välisõhu kvaliteedi seire 2018. Available at: <https://kese.envir.ee/kese/viewPublicReportFiles.action?monitoringWorkUid=9472350>

(Accessed: 21 September 2020).

Saare, K. *et al.* (2020) *Välisõhu kvaliteedi seire 2019*. Available at: <https://kese.envir.ee/kese/viewPublicReportFiles.action?monitoringWorkUid=16344016> (Accessed: 21 September 2020).

Salihu & Wilson (2007). Epidemiology of prenatal smoking and perinatal outcomes. *Early Human Development*, 83(11), 713–720. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2007.08.002.

Santoro, M. *et al.* (2016) Adverse reproductive outcomes associated with exposure to a municipal solid waste incinerator. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 52(4), 576–581. doi: 10.4415/ANN_16_04_19.

Seabrook, J. A. *et al.* (2019) Geospatial analyses of adverse birth outcomes in Southwestern Ontario: Examining the impact of environmental factors. *Environmental Research*, 172, 18–26. doi: 10.1016/j.envres.2018.12.068.

Seo, J.-H. *et al.* (2010) Population-attributable risk of low birthweight related to PM₁₀ pollution in seven Korean cities. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 24(2), 140–148. doi: 10.1111/j.1365-3016.2009.01085.x.

Sepper, M.-L. & Michelson, A. (2020) Ida-Virumaa õiglase ülemineku võimaluste analüüs. Praxis. Available at: http://www.praxis.ee/wp-content/uploads/2019/12/Ida-Virumaa-%C3%B5iglase-%C3%BClemineku-v%C3%B5imaluste-anal%C3%BC%C3%BCs_Praxis.pdf (Accessed: 27 April 2021).

Serrano-Lomelin, J. *et al.* (2019) Interdisciplinary-driven hypotheses on spatial associations of mixtures of industrial air pollutants with adverse birth outcomes. *Environment International*, 131. doi: 10.1016/j.envint.2019.104972.

Shirai, S. *et al.* (2010) Maternal exposure to low-level heavy metals during pregnancy and birth size. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 45(11), 1468–1474. doi: 10.1080/10934529.2010.500942.

Slama, R. *et al.* (2009) Maternal personal exposure to airborne benzene and intrauterine growth. *Environmental Health Perspectives*, 117(8), 1313–1321. doi: 10.1289/ehp.0800465.

Sommar J. N. *et al.* (2014) Quality of life in relation to the traffic pollution indicators NO₂ and NO_x: results from the Swedish GA2LEN survey. *BMJ Open Respiratory Research*, 1, e000039. doi: 10.1136/bmjresp-2014-000039

Sram, R. J. *et al.* (2013) Health impact of air pollution to children. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216(5), 533–540. doi: 10.1016/j.ijheh.2012.12.001.

Stieb, D. M. *et al.* (2012) Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 100–111. doi: 10.1016/j.envres.2012.05.007.

Sun, H. *et al.* (2014) The effects of prenatal exposure to low-level cadmium, lead and selenium on birth outcomes. *Chemosphere*, 108, 33–39. doi:

10.1016/j.chemosphere.2014.02.080.

Svechkina, A. & Portnov, B. A. (2019) Spatial identification of environmental health hazards potentially associated with adverse birth outcomes. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 3578–3592. doi: 10.1007/s11356-018-3800-6.

TAI (2018) Maakondade tervise ja heaolu ülevaated. Tervise Arengu Instituut. Available at: https://www.terviseinfo.ee/et/tervise-edendamine/tervise-edendamine-paikkonnas/tervise-ja-heaoluprofiil/maakondade-tervise-ja-heaolu-ulevaated?fbclid=IwAR1842QwpDBK_oBU2vPgMbjWHoE7Yjv8EsXiuyKVtKQSZYB2dAck7NkN Tk0 (Accessed: 27 April 2021).

Tang, D. *et al.* (2006) PAH-DNA adducts in cord blood and fetal and child development in a Chinese cohort. *Environmental Health Perspectives*, 114(8), 1297–1300. doi: 10.1289/ehp.8939.

Tang, D. *et al.* (2014) Air pollution effects on fetal and child development: A cohort comparison in China. *Environmental Pollution*, 185, 90–96. doi: 10.1016/j.envpol.2013.10.019.

Tsai, S. S. *et al.* (2003) Increased incidence of preterm delivery in mothers residing in an industrialized area in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A*, 66(11), 987–994. doi: 10.1080/15287390306396.

Tsai, S. S. *et al.* (2004) Increased Risk of Preterm Delivery in Women Residing near Thermal Power Plants in Taiwan. *Archives of Environmental Health*, 59(9), 478–483. doi: 10.1080/00039890409603429.

Ünüvar, T. & Büyükgebiz, A. (2012) Fetal and neonatal endocrine disruptors. *JCRPE Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 51–60. doi: 10.4274/Jcrpe.569.

Veleminsky, M. *et al.* (2016) The impact of air pollution in the Southern Bohemia Region on fetuses and newborns. *Neuroendocrinology Letters*, 37, 52–57.

Wai, K. M. *et al.* (2017) Prenatal heavy metal exposure and adverse birth outcomes in Myanmar: A birth-cohort study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11). doi: 10.3390/ijerph14111339.

WHO (2000) *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) General description*. Available at: https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0015/123063/AQG2ndEd_5_9PAH.pdf (Accessed: 30 September 2020)

WHO (2007) *Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution*. Available at: www.euro.who.int (Accessed: 30 September 2020).

WHO (2013a) *Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report*. World Health Organization. Available at: https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf (Accessed: 22 September 2020).

- WHO (2013b) *Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia*. Available at: https://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf (Accessed: 22 September 2020).
- WHO (2018) *Preterm birth*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth> (Accessed: 21 September 2020).
- Yang, C. Y. *et al.* (2002a) Association between petrochemical air pollution and adverse pregnancy outcomes in Taiwan. *Archives of Environmental Health*, 57(5), 461–465. doi: 10.1080/00039890209601438.
- Yang, C. Y. *et al.* (2002b) Increased risk of preterm delivery in areas with cancer mortality problems from petrochemical complexes. *Environmental Research*, 89(3), 195–200. doi: 10.1006/enrs.2002.4374.
- Yang, C. Y. *et al.* (2004) Increased risk of preterm delivery among people living near the three oil refineries in Taiwan. *Environment International*, 30(3), 337–342. doi: 10.1016/S0160-4120(03)00180-6.
- Yang, J. *et al.* (2016) Maternal urinary cadmium concentrations in relation to preterm birth in the Healthy Baby Cohort Study in China. *Environment International*, 94, 300–306. doi: 10.1016/j.envint.2016.06.003.
- Yang, M. *et al.* (2017) The impact of prenatal exposure to power plant emissions on birth weight: evidence from a Pennsylvania power plant located upwind of New Jersey. *Journal of Policy Analysis and Management*, 36(3), 557–583. doi: 10.1002/pam.21989.
- Yang, M. & Chou, S. Y. (2018) The impact of environmental regulation on fetal health: Evidence from the shutdown of a coal-fired power plant located upwind of New Jersey. *Journal of Environmental Economics and Management*, 90, 269–293. doi: 10.1016/j.jeem.2018.05.005.
- Zahran, S. *et al.* (2012) Maternal benzene exposure and low birth weight risk in the United States: A natural experiment in gasoline reformulation. *Environmental Research*, 112, 139–146. doi: 10.1016/j.envres.2011.11.008.
- Zhang, B. *et al.* (2015) Prenatal exposure to lead in relation to risk of preterm low birth weight: A matched case-control study in China. *Reproductive Toxicology*, 57, 190–195. doi: 10.1016/j.reprotox.2015.06.051.
- Zhu, M. *et al.* (2010) Maternal low-level lead exposure and fetal growth. *Environmental Health Perspectives*, 118(10), 1471–1475. doi: 10.1289/ehp.0901561.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Вопросник исследования «случай-контроль»



TERVISEAMET

LAPSEVANEMATE ELU- JA TÖÖKESKKONNA KÜSIMUSTIK

ВОПРОСНИК ДЛЯ РОДИТЕЛЕЙ О СРЕДЕ ОБИТАНИЯ И РАБОЧЕЙ СРЕДЕ



Toetab Keskkonnainvesteeringute Keskus
Поддерживает Центр инвестирования в окружающую среду

Lp lapsevanem,

olete kutsutud osalema uuringus, mis on osa projektist „Laste sün­niregistri andmete uuring ning nende vanemate küsitlus kokkupuute kohta põlevkivisektori saastega“, mis käsitleb põlevkivitööstuse mõju laste sünninäitajatele. Käesolev küsimustik uurib lapsevanemate elu- ja töökeskkonnas leiduvaid terviseriske.

Kui Te olete nõus osalema käesolevas uuringus, siis palume vastata antud küsimustikule ning saata see küsimustik kinnises ümbrikus Tartu ülikooli.

Küsitluse vastuseid säilitatakse andmebaasis ilma isikuandmeteta ja kõiki kogutud andmeid kasutatakse vaid teaduslikele eesmärkidel.

Ув. Родитель,

приглашаем Вас принять участие в исследовании, которое является частью проекта «Исследование данных регистра рождений детей и обследование их родителей на предмет воздействия загрязнения сланцевым сектором». Данный вопросник исследует риски условий обитания и рабочей среды для здоровья родителей.

Если Вы согласны принять участие в этом опросе, заполните этот вопросник и отправьте его в Тартуский университет в запечатанном конверте.

Ответы на опрос будут храниться в базе данных без указания каких-либо персональных данных и все собранные данные будут использованы только в научных целях.

LEIBKOND

1. Palun pange palun kirja tänane kuupäev (pp/kk/aa)/...../.....
Напишите, пожалуйста, сегодняшнюю дату (день/месяц/год)

2. Palun kirjutage oma sünniaeg (pp/kk/aa)/...../.....
Напишите, пожалуйста, дату рождения (день/месяц/год)

3. Mis rahvusest on Te olete?
Какой вы национальности?

Eestlane
Эстонка

Venelane
Русская

Muu (palun täpsustage)
Другая (уточните, пожалуйста)

.....

4. Milline on Teie haridus?
Какое у вас образование?

Vähem kui
põhikool
*Меньше
основного*

Põhikool
*Основная
школа*

Ametikool
Профтехучилище

Keskool/gümnaasium
Средняя школа/гимназия

Rakenduslik
kõrgkool/ülikool
*Прикладное высшее
образование/
университет*

5. Mitu liiget kuulub Teie leibkonda*? liiget
Сколько членов в Вашем домохозяйстве? членов*

**Ühises eluruumis elavate isikute rühm, kes kasutab ühiseid rahalisi ja/või toiduressursse*
**Домохозяйствок - группа людей, проживающих на общей площади, совместно пользующихся денежными и/или продуктовыми ресурсами*

6. Kui suur oli Teie leibkonna ühe kuu keskmine neto sissetulek kokku viimasel aastal? (palk, lastetoetus, toimetulekutoetus, pension, sissetulek ettevõtlusest jne.)

Какой, в среднем, нетто-доход в месяц был в Вашем домохозяйстве за последний год? (зарплата, пособия, пенсия, доходы от предпринимательства и др.)

<500 €

500-999 €

1000-1499 €

1500-1999 €

2000-2999 €

>3000 €

7. Kuivõrd mures Te olete elukeskkonnast tulenevate terviseriskide ja nende mõju pärast üldiselt Teile või Teie perekonnale? Palun ringitage **ainult üks** vastusevariant.
*Насколько Вас беспокоит, в общем, влияние на Вас или Вашу семью рисков для здоровья, исходящих из среды обитания? Обведите, пожалуйста, **только один** вариант ответа.*

Ma ei ole üldse mures

Я совсем не беспокоюсь

1

2

3

4

5

Ma olen väga mures

Я очень беспокоюсь

TÖÖKESKKOND

8. Milline on käesoleval ajal Teie tegevusala

Чем Вы занимаетесь сейчас?

Töötav
Работаю

Töötu
Безработная

Üli(õpilane)
*Студентка
(учащаяся)*

Pensionär/töövõimetu
*На пенсии/
нетрудоспособная*

Kodune
Домохозяйка

9.1. Kas Te töötate praegu põlevkivisektoris?

Вы работаете сейчас в сланцевом секторе?

Jah *Да*

Ei *Нет*

9.2. Kas Te olete kunagi töötanud põlevkivisektoris?

Вы когда-либо работали в сланцевом секторе?

Jah *Да*

Ei *Нет*

9.3. Kui töötate praegu või töotasite varem, siis mis aastatel ja millises ametis?

Если работаете сейчас или работали раньше, то в какие годы и в какой профессии?

.....
.....

10. Kas enne rasedaks jäämist oli Teie töökeskkonnas ...

Было ли в Вашей рабочей среде до беременности ...

	Mitte kunagi <i>Никогда</i>	Mõnikord <i>Иногда</i>	Tihti <i>Часто</i>
Väga külm (<15 °C) <i>Очень холодно (<15 °C)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Väga kuum (>27 °C) <i>Очень жарко (>27 °C)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mürarikas (ei kuulnud kergesti oma kaastöötajaid) <i>Шумно (трудно было слышать коллег)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vibratsiooni või rappumist <i>Вибрация или тряска</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Õhk halvasti ventileeritud <i>Воздух плохо проветривался</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tolmune (näiteks puurimisest, lihvimisest) <i>Пыльно (например, от сверления, шлифования)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tugev kemikaalide lõhn <i>Сильный запах химикатов</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niiskuse või hallituse lõhn <i>Запах влаги или плесени</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nähtav veekahjustus või hallitus <i>Видимые повреждения от воды или плесени</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ebamugavad tööasendid <i>Неудобные рабочие позиции</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Väga stressirohke <i>Очень много стресса</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Millal Te kolisite oma praegusesse koju? aastal
 С какого времени Вы стали жить в этом жилье? с года

12. Märkige palun oma praegune kodune aadress (antud info aitab hiljem uurida elukoha saastuse mõju tervisele, näiteks kaugus tööstusettevõttest, modelleeritud õhusaaste sisaldused)
 Укажите, пожалуйста, нынешний домашний адрес (данная информация поможет установить степень влияния загрязнения домашней среды на здоровье, как, например, удалённость от промышленных предприятий, моделирование содержания загрязнённости воздуха))

.....

13. Mida arvate oma praegusest elukohast kui elukeskkonnast?
 Что Вы думаете о Вашем нынешнем месте жительства с точки зрения окружающей среды?

Väga hea koht elamiseks <i>Очень хорошее место</i>	Üsna hea koht elamiseks <i>Довольно хорошее</i>	Mitte eriti hea koht elamiseks	Üldse mitte hea koht elamiseks
<i>для проживания</i>	<i>место для проживания</i>	<i>Не очень хорошее место для проживания</i>	<i>Совсем не хорошее место для проживания</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14.1. Kas Te elate praegu Ida-Virumaal? Jah Да Ei Нет
 Вы живете сейчас в Ида-Вирумаа?

14.2. Kas Te olete kunagi elanud Ida-Virumaal? Jah Да Ei Нет
 Вы когда-либо жили в Ида-Вирумаа?

14.3. Kui praegu või kunagi varem, siis kus ja mis aastatel?
 Если сейчас или когда-либо, то где и в какие годы?

15. Palun märkige, mis järgnevatest on Teie arvates hetkel kõige peamine ebasoodsast elukeskkonnast tulenev haigestumise põhjus? Palun märkige ainult üks vastus.

Отметьте, пожалуйста, что из нижепредложенного, по Вашему мнению, является самой главной причиной заболеваний, вызванных неблагоприятной средой обитания?
 Отметьте, пожалуйста, только один вариант ответа.

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Müra (liiklusest, tööstusest vms)
<i>Шум (транспорт, промышленность и др.)</i> | <input type="checkbox"/> Saastunud toit
<i>Загрязнённая пища</i> |
| <input type="checkbox"/> Töökeskkonna ohud
<i>Опасности в рабочей среде</i> | <input type="checkbox"/> Kemikaalid toodetes
<i>Химикаты в изделиях</i> |
| <input type="checkbox"/> Kiirgus
<i>Излучение</i> | <input type="checkbox"/> Õhusaaste
<i>Загрязнение воздуха</i> |
| <input type="checkbox"/> Toksilised jäätmed
<i>Токсические отходы</i> | <input type="checkbox"/> Ei tea, ei oska öelda
<i>Не знаю, затрудняюсь ответить</i> |
| <input type="checkbox"/> Saastunud joogivesi
<i>Загрязнённая питьевая вода</i> | |

16. Kuivõrd mõjutab Teie arvates kokkupuude õhusaastega ...? *Palun märkige igas reas ainult üks vastusevariant.*
Насколько, по Вашему мнению, влияет соприкосновение с загрязненным воздухом на...? Отметьте, пожалуйста, в каждом ряду только один вариант ответа.

	Mitte üldse <i>Не влияет</i>	Mingil määral <i>Немного</i>	Keskmiselt <i>Средне</i>	Tugevalt <i>Сильно</i>	Väga tugevalt <i>Очень сильно</i>
Allergia, sh heinanohu esinemist <i>На возникновение аллергии, в т.ч. насморка от сеной лихорадки</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kroonilisehingamisteede haiguste esinemist <i>На возникновение хронических респираторных заболеваний</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Südame-veresoonekonna haiguste esinemist <i>На возникновение сердечно-сосудистых заболеваний</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vähkkasvajate esinemist <i>На возникновение раковых новообразований</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oodatava eluea pikkust <i>На ожидаемую продолжительность жизни</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laste sünninäitajaid nagu väike sünnikaal ja enneaegsus <i>Показатели рождения детей, такие как низкий вес при рождении и недоношенность</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Millised järgnevatest häirivad väliskeskonna tingimused iseloomustavad Teie praegust elukohta?
Какие из следующих беспокоящих внешних условий характеризуют Ваше нынешнее место жительства?

	Jah <i>Да</i>	Ei <i>Нет</i>
Tänav-, rongi- või lennukimüra <i>Шум улицы, поезда или самолета</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tööstusmüra <i>Промышленный шум</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kõrgepingeliinid lähikonnas Vahemaa meetrites <i>Высоковольтные линии вблизи. Расстояние в метрах</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liiklusest tingitud õhusaaste <i>Загрязнение воздуха от дорожного движения</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muu väliskeskonnast tulenev õhusaaste <i>Другие причины загрязнения атмосферного воздуха</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Halb joogivesi <i>Плохая питьевая вода</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUU, palun täpsustage <i>ДРУГОЕ, пожалуйста, уточните</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. Kuivõrd häirib neist teguritest Teid isiklikult välisõhu saaste (liiklusest, tööstusest vms), kui olete avanud akna? *Palun ringitage ainult üks vastusevariant.*

Насколько Вас беспокоит загрязнённость воздуха (транспорт, промышленные предприятия и пр.), когда Вы открываете окно? Пожалуйста, обведите кружком только один вариант ответа.

Ei häiri üldse <i>Совсем не беспокоит</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Talumatult häiriv <i>Невыносимо беспокоит</i>
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---

19. Kui suureks ohuks peate oma elukoha õhusaastet ...

Какую опасность несёт с собой загрязнение воздуха ...

	Väga väike <i>Очень маленькая</i>	Väike <i>Маленькая</i>	Keskmine <i>Средняя</i>	Suur <i>Большая</i>	Väga suur <i>Очень большая</i>
... oma tervisele? <i>... для своего здоровья?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... oma laste ja/või lähedaste tervisele? <i>... для здоровья своих детей и/или близких?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Kas Teie lapse peres on kunagi elus suitsetatud?

В Вашей семье, где проживает Ваш ребёнок, когда-нибудь курили?

	Ema <i>Мать</i>	Isa <i>Отец</i>	Keegi teine pereliige <i>Другой член семьи</i>
Ei <i>Нет</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jah, käesoleval ajal iga päev <i>Да, на сегодня каждый день</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jah, käesoleval ajal juhuslikult <i>Да, на сегодня иногда</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jah, varem suitsetas <i>Да, раньше курил</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21. Kui 'Jah. siis kas Teie lapse kodus suitsetatakse/suitsetati toas/siseruumides?

Если «Да», то в этом доме курят/курили в комнате/во внутренних помещениях?

<input type="checkbox"/>	Ei, mitte kunagi <i>Нет, никогда</i>	<input type="checkbox"/>	Jah, tihti (1–4 korda nädalas) <i>Да, часто (1–4 раза в неделю)</i>
<input type="checkbox"/>	Jah, vahetevahel (1–3 korda kuus) <i>Да, иногда (1–3 раза в месяц)</i>	<input type="checkbox"/>	Jah, iga päev <i>Да, каждый день</i>

22. Kas Te olete oma kodus viimase 10 aasta jooksul märganud niiskuse, veelekke või hallituse märke?

В последние 10 лет Вы замечали в своём жилище признаки сырости, протечки или плесени?

Ei <i>Нет</i>	Jah <i>Да</i>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. Siseõhu tervisesümptomid

Симптомы нарушения здоровья от внутреннего воздуха

	Ei Нет	Jah, viimase 12 kuu jooksul Да, в последние 12 месяцев	Jah, viimati üle aasta tagasi Да, больше года назад
Kas Teil on esinenud sümptomeid, mida seostate kodu siseõhuga? <i>У Вас наблюдались симптомы нарушения здоровья от внутреннего воздуха в доме?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kas Teil on esinenud sümptomeid, mida seostate töökohta siseõhuga? <i>У Вас наблюдались симптомы нарушения здоровья от внутреннего воздуха на рабочем месте?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kas olete kunagi käinud arsti juures kontrollis või ravimas sümptomi või haiguse suhtes, mida kahtlustati ilmnevat peamiselt halva siseõhu tõttu? <i>Вы когда-нибудь обращались к врачу для обследования или лечения симптомов или заболеваний, предположительно вызванных в основном плохим воздухом в помещении?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kas olete kunagi olnud haiguslehel sümptomi või haiguse tõttu, mida kahtlustati ilmnevat peamiselt halva siseõhu tõttu? <i>Вы когда-нибудь были на больничном из-за симптома или заболевания, предположительно вызванного плохим воздухом в помещении?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Kui olete saanud kodu/töökohta/õpikeskkonna siseõhust põhjustatud tervisesümptomeid viimase 12 kuu jooksul, siis kui tõsised need sümptomid olid?

Если у Вас были симптомы нарушения здоровья вследствие внутреннего воздуха дома/на работе/учебной среде за последние 12 месяцев, то насколько серьезными были эти симптомы?

	Sümptomid puudusid Симптомов не было	Kerged Лёгкие Умеренные	Mõõdukad	Rasked Тяжёлые	Väga rasked Очень тяжёлые
Kodust <i>Из дома</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Töölt/koolist <i>На работе/в школе</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muust hoonest, täpsustage <i>В другом здании, уточните</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Kas Te kuulete oma magamistoas ... Вы слышите в своей спальне ...

	Mitte üldse Нет	Pisut Слегка	Palju Много	Väga palju Очень много
... tööstusmüra? <i>... промышленный шум?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... tänavamüra? <i>... уличный шум?</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**TÄNAME TEID VASTAMISE EEST!
БЛАГОДАРИМ ВАС ЗА ОТВЕТЫ!**

Приложение 2. Объяснение корректирования моделей, приведенных в Таблице 8

В следующей таблице показано, относительно каких факторов были скорректированы приведенные в Таблице 7 скорректированные модели 1 и 2, посредством которых были проанализированы связи между загрязненностью и преждевременными родами и малым весом ребенка при рождении. Коррекция выполнялась только в том случае, если данный фактор (национальность, образование матери и т.д.) оказывал статистически значимое влияние на результат.

	PM _{2,5}	PM _{2,5} (Ида-Вирумаа)	PM ₁₀	PM ₁₀ (Ида-Вирумаа)	NO ₂	ВаР (Ида-Вирумаа)	Бензол (Ида-Вирумаа)
Связь с увеличением риска преждевременных родов							
<i>Скорректированная модель 1</i>							
Национальность	EO ¹	*/EO ¹²	*	EO	**	EO	EO
Образование матери	***	***	***	***	***	***	***
Возраст матери	***	***	***	***	***	***	***
<i>Скорректированная модель 2</i>							
Национальность	EO	**/*	EO	EO	EO	EO	EO
Образование матери	***	***	***	***	***	***	***
Возраст матери	***	***	***	***	***	***	***
Оплодотворение <i>In vitro</i>	***	EK	***	EK	***	**	**
Предыдущее кесарево сечение	***	**	***	***	***	**	**
Угроза преждевременных родов	***	***	***	***	***	***	***
Угроза прерывания беременности	***	EK	***	EK	***	EK	EK
Преэклампсия	***	***	***	***	***	***	***
Диабет во время беременности	EK	EK	EK	EK	EK	**	EO
Гипертония	*	*/EK	*	**/*	*	**	***
Диабет (не во время беременности)	***	EK	***	EK	***	EK	EK
Связь с малым весом при рождении							
<i>Скорректированная модель 1</i>							
Национальность	***	EO	***/EO	EO	***	EO	EO
Образование матери	***	***	***	***	***	***	***
Возраст матери	***	***	***	***	***	***	***
<i>Нескорректированная модель 2</i>							
Национальность	***	EO	***/EO	EO	***	EO	EO
Образование матери	***	***	***	***	***	***	***
Возраст матери	***	***	***	***	***	***	***
Оплодотворение <i>In vitro</i>	***	EK	***	EK	***	EK	EK
Предыдущее кесарево сечение	***	**	***	***	***	**	**

Угроза преждевременных родов	***	***	***	***	***	***	***
Угроза прерывания беременности	*/ЕК	ЕК	***/ЕК	ЕК	***/**	ЕК	ЕК
Преэклампсия	***	***	***	***	***	***	***
Диабет во время беременности	**/*	ЕК	**/ЕК	ЕК	***/**	ЕК	ЕК
Гипертония	***	*/ЕК	***/*	**/*	**	*	*
Диабет (не во время беременности)	ЕК/*	ЕК	ЕК	ЕК	ЕК	ЕК	ЕК

* $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,001$, ЕО – статистически незначимое влияние, фактор не привлечен к корректированию, ЕК – не привлечен к корректированию

¹ Если был представлен только один из корректируемых факторов, то в I и III триместре был получен одинаковый результат

² Если было получено два результата: I триместр/III триместр. Например, в случае РМ_{2,5} (Ида-Вирумаа) национальность имела значимость * в I триместре и не являлась статистически значимой в III триместре