

УДК 630*24

В.В. ЛАВНИЙ¹, ПЕТЕР ШПАТГЕЛЬФ²**ПРАКТИКА НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВА
У СОСНОВИХ ЛІСАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ НІМЕЧЧИНИ**

У Німеччині соснові ліси займають понад 2,4 млн га, що становить 22,3% від площі ділянок, вкритих лісовою рослинністю. Найпоширенішими соснові ліси є у північно-східній частині країни. Серед них домінують похідні деревостани, тому лісівники Німеччини впродовж останніх десятиліть широко застосовують у них рубки переформування, що передбачають поступове відтворення на ділянці замість чистого одноярусного соснового насадження корінного, мішаного, різновікового та багатоярусного деревостану. У процесі рубки переформування німецькі лісівники створюють піднаметові культури відповідно до типу лісу. Найкраще починати рубку переформування у похідних сосняках віком 50-70 років. Тривалість рубки переформування становить 40-50 років. Середня повторюваність рубки – 5-10 років, а інтенсивність – 50-60 м³/га. У стиглих деревостанах переважають рівномірно-поступові рубки головного користування, які забезпечують природне поновлення соснових лісів.

Ключові слова: соснові ліси, Німеччина, лісівництво, рубки переформування

За даними останньої, вже третьої національної інвентаризації лісів Німеччини, станом на 01.01.2012 р. соснові ліси займали на її території 2 429 623 га – 22,3% від площі ділянок, вкритих лісовою рослинністю. Найбільшу площу соснові ліси займають на півночі країни у федеральних землях Бранденбург, Нідерзаксен, Заксен-Ангальт, Мекленбург-Форпоммерн та у Баварії (табл. 1, рис. 1). Серед видів сосни у ФРН домінує сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.).

Серед соснових насаджень переважають похідні деревостани. Природні місцезростання соснових лісів приурочені до дуже сухих чи мокрих бідних ґрунтів. Такі лісорослинні умови і, відповідно, корінні деревостани переважають на північному сході Німеччини та на півночі федеральної землі Баварія, хоча природний ареал сосни у ФРН досить важко виділити [7].

Сосну звичайну почали широко культивувати на території Німеччини у період відновлення лісів наприкінці XVIII – на початку XIX ст. на ділянках з бідними або сухими ґрунтами. Соснові культури створювали методом садіння 1-річних сіянців або посіву [1]. Варто зазначити, що на той час не було лісонасінного районування і часто використовували доступне насіння з інших географічних районів. Здебільшого це призводило до низької продуктивності деревостанів, поганої якості стовбурів та пошкодження соснових лісів шкідниками і хворобами [13].

Наукові засади ведення лісового господарства у соснових лісах Німеччини було обґрунтовано ще на

початку XIX ст. Найвідомішими працями тоді були підручник з лісівництва Гайнріха Котти [4] та практичні рекомендації Вільгельма Пфайля [1]. Вже тоді вони рекомендували формувати мішані соснові деревостани з домішкою листяних порід. Цю концепцію пізніше підтримав інший відомий лісівник Карл Гайер [6]. Широко відомою в Європі стала також ідея професора Альфреда Мьоллера щодо ведення вибіркової системи лісогосподарування в соснових лісах [14].

Після Другої світової війни на території НДР спочатку продовжували безлісосічне господарювання і формування мішаних соснових насаджень. Однак пізніше, починаючи з 1960-х років, перейшли на систему суцільних рубок зі створенням лісових культур на зрубках. Крім того, у соснових лісах НДР розпочали широкомасштабне підсочування пристигаючих і стиглих соснових деревостанів. Внаслідок такого господарювання наприкінці XX ст. переважна більшість соснових лісів у північно-східній Німеччині були одновіковими та одноярусними.

У колишній ФРН, починаючи приблизно з 1980 р., можна було спостерігати дві основні тенденції господарювання у соснових лісах. Перша з них була пов'язана з формуванням наявних чистих деревостанів. Замість того, щоб тримати молоді деревостани густими впродовж перших десятиліть після їх створення, було запропоновано систему раннього вибору кращих дерев сосни (дерев “майбутнього”) та сприяння їх подальшому росту шляхом проведення інтенсивних рубок догляду [8]. Основною

¹ ЛАВНИЙ Василь Володимирович – член-кореспондент ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісівництва, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. Тел.: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyu@gmail.com

² ШПАТГЕЛЬФ Петер – доктор, професор, декан факультету лісу і довкілля університету сталого розвитку в Еберсвальде, Німеччина. Тел.: +49-3334657171. E-mail: Peter.Spathelf@hnee.de

метою такого господарювання було отримання високоякісних сортиментів сосни за коротший час її вирощування. При цьому часто застосовували обрізування нижніх гілок у цільових дерев. Інша тенденція полягала у проведенні рубок переформування у пристигаючих і стиглих соснових деревостанах з метою отримання мішаних різновікових соснових насаджень [5]. Спочатку це було запропоновано з екологічних міркувань. По-перше, було доведено, що створення піднаметових культур бука лісового у стиглих соснових деревостанах знижує кількість та різноманітність комах-шкідників [12]. По-друге, аналіз соснових насаджень, створених на початку ХХ ст. показав, що через кілька десятиліть після введення під їх намет бука значно покращилися родючість ґрунтів і тип гумусу колишніх чистих сосняків [10, 19]. Виявилося, що ці зміни були більше виражені на бідних ґрунтах, ніж на багатих [19].

Таблиця 1
Розподіл соснових лісів Німеччини за федеральними землями

Федеральна земля	Площа ділянок, вкритих лісовою рослинністю, га	Лісистість, %	Площа соснових лісів, га	Частка соснових лісів, %	Середній запас соснових деревостанів, м ³ /га
Баден-Вюрттемберг	1323921	37,0	76237	5,8	21
Баварія	2488883	35,3	417236	16,8	68
Бранденбург + м. Берлін	1069251	35,2	749948	70,1	203
Гессен	847791	40,2	79040	9,3	33
Мекленбург-Форпоммерн	524941	22,6	192879	36,7	121
Нідерзаксен	1155874	24,2	330557	28,6	76
Нордрайн-Вестфалія	873719	25,6	58463	6,7	20
Райнлянд-Пфальц	807542	40,7	79577	9,9	31
Заарлянд	101067	39,3	5151	5,1	18
Заксен	501911	27,2	141529	28,2	79
Заксен-Ангальт	497706	24,3	212185	42,6	121
Шлесвіг-Гольштайн	166532	10,5	12803	7,7	24
Тюрінгія	516193	31,9	72678	14,1	49
м. Гамбург + м. Бремен	12659	10,9	1340	10,6	46
Німеччина всього	10887990	30,5	2429623	22,3	71

Середньорічна температура повітря у різних частинах північно-східної Німеччини змінюється від 7,8 до 9,5°C. Середньорічна кількість опадів становить лише 500-700 мм.



Рис. 1. Місцезорозташування федеральних земель ФРН та їхніх столиць

Згідно з даними національної інвентаризації лісів Німеччини у 2012 р. [3], середньорічний приріст деревини у соснових деревостанах країни становить 9,5 м³/га. За даними Г. Клеммта та ін., за останніх 40 років він зріс на 2,5 м³/га [9]. Це можна пояснити як зміною кліматичних умов, так і перенесенням у ліс мінеральних речовин атмосферним повітрям із прилеглих сільськогосподарських угідь під час їх удобрення. Крім того, збільшенню приросту соснових лісів сприяє формування в останні десятиліття мішаних соснових деревостанів.

Зважаючи на несприятливі лісорослинні умови на півночі Німеччини, де переважають малородючі ґрунти, багато лісгосподарських підприємств є збитковими і шукають шляхів оптимізації лісгосподарського виробництва. Одним з них є перехід від створення лісових культур сосни на забезпечення її природного поновлення. Воно є вигіднішим не лише з економічного, але й з лісівничого погляду – самосів краще пристосовується до наявних лісорослинних умов і має краще розвинену кореневу систему.

Природне поновлення сосни лісівники забезпечують у сухих, свіжих і вологих соснових борах та суборах. Процес природного поновлення деревних порід можна поділити на три стадії: 1. Плодоношення та опадання насіння. 2. Проростання насіння і ріст самосіву; 3. Розвиток підросту.

Значний вплив на успішність природного поновлення сосни має видовий склад та зімкнутість живого надґрунтового вкриття. Найкраще воно відбувається на ділянках з мінералізованим ґрунтом без

трав'яного вкриття, на ділянках з невеликою товщиною підстилки, за домінування на поверхні ґрунту мохів і лишайників. За переважання у трав'яному вкритті кунічника наземного, щучника дернистого та інших злакових трав або наявності грубої лісової підстилки потрібно розпушити поверхню ґрунту спеціальним культиватором (рис. 2) на глибину 10-15 см з утворенням смуг мінералізованого ґрунту. Відстань між смугами становить близько 2 м.



Рис. 2. Розпушення поверхні ґрунту спеціальним культиватором "Kulla" [17]

Серед рубок головного користування для забезпечення природного поновлення сосни німецькі лісівники застосовують три такі способи: рівномірно-поступову рубку, групово-поступову рубку з діаметром "вікон" 20-30 м та вузьколісосічну суцільну рубку площею 0,5-1 га.

Найчастіше застосовується рівномірно-поступову рубку (рис. 3, 4), яка залежно від повноти деревостану може бути дво- або трипріємною. Тривалість рубки становить 15-20 років.

Цільовий діаметр країв дерев сосни становить 40-60 см на висоті 1,3 м (залежно від регіону та типу лісу). У рівнинній місцевості переважає повністю механізована заготівля деревини із застосуванням харвестерів і форвардерів.



Рис. 3. Природне поновлення сосни в лісництві Массов після першого прийому рівномірно-поступової рубки



Рис. 4. Сформований молодий деревостан після проведення рівномірно-поступової рубки (лісгосп Гаммер)

Метою господарювання у соснових лісах Німеччини є формування не чистих, а мішаних листяно-соснових деревостанів. Це детально описано в земельних програмах формування цільових соснових деревостанів. Наприклад, у федеральній землі Бранденбург виділяють 8 типів лісу для сосни [2]: чисті соснові ліси, листяно-соснові ліси, буково-соснові, березово-соснові, дубово-соснові ліси (дуб скельний), дубово-соснові ліси (дуб звичайний), дубово-соснові ліси (дуб червоний) і дугласієво-соснові ліси.

Такі мішані листяно-соснові насадження мають низку лісівничих, економічних та екологічних переваг [11]. Зокрема, у них покращується родючість ґрунту порівняно з чистими сосновими насадженнями [19], зростає біологічна стійкість проти хвороб, підвищується приріст і продуктивність деревостанів [18], збагачується фауністичне біорізноманіття [16] та є чимало економічних переваг [20, 21]. Окрім того, під наметом мішаних соснових деревостанів покращується гідрологічний режим (порівняно з чистими сосновими насадженнями) [15]. Вони також краще адаптуються до сучасних змін клімату.

Тому впродовж останніх десятиріч у похідних соснових деревостанах німецькі лісівники на родючіших ґрунтах проводять рубки переформування з метою забезпечення домішки бука та інших листяних порід відповідно до наявного на ділянці типу лісу (рис. 5).



Рис. 5. Піднаметові культури бука і дуба червоного у сосновому деревостані (лісгосп Шорфхайде, федеральна земля Бранденбург)

Найкраще починати рубку переформування у похідних сосняках віком 50-70 років (залежно від типу лісу). Тривалість рубки переформування становить 40-50 років. Середня повторюваність рубки – 5-10 років, а інтенсивність – 50-60 м³/га. Тіньовитривалий бук лісовий добре росте під наметом сосни. Окрім того, сосновий деревостан захищає куртини молодого бука від заморозків [22].

Для підвищення економічної цінності мішаних соснових насаджень сосни звичайної у них формують ще й домішку дуба шляхом створення піднаметових культур [21].

На середньородючих та відносно бідних ґрунтах у соснових лісах потрібно формувати домішку листяних порід – берези, липи, горобини, дуба та інших порід. Це сприятиме не тільки підвищенню родючості ґрунту, а й покращенню біорізноманіття лісів та зменшенню загрози виникнення лісових пожеж.

Проростання насіння та ріст сходів залежать від багатьох факторів, особливо від вологості ґрунту під час вегетаційного періоду. Під час тривалого посухи гине дуже багато самосіву. У Німеччині значної шкоди самосіву і підрослу деревних рослин завдають ще й дикі звірі. Щільність козулі на північному сході Німеччини у 20-30 разів вища, ніж в Україні. Тому в багатьох лісництвах змушені обгороджувати ділянки лісу, призначені для природного поновлення (рис. 6).

Важливу роль потрібно приділяти регулюванню світлового режиму на поверхні ґрунту. За надмірної інтенсивності рубок переформування починає розростатися злакова рослинність та ожина, що погіршують умови для появи і росту самосіву та підрослу деревних порід. Тому верхній намет деревостану лісівники розріджують після появи надійного, рівномірно розміщеного підрослу сосни та інших порід в кількості не менше 10 тис. шт./га. Інтенсивність рубок залежить від повноти деревостану і типу лісу: на бідніших ґрунтах підрослу сосни потрібно забезпечити більшу кількість світла, ніж на родючих ґрунтах.

У подальшому дивляться на величину річного приросту верхівкових пагонів сосни за висотою.

Якщо він сповільнюється і становить менше 20 см за рік, то потрібно в черговий раз розрідити верхній ярус деревостану для збільшення доступу світла до підрослу.



Рис. 6. Обгороджені піднаметові культури бука в лісгоспі Корін, федеральна земля Бранденбург

Посаджені під наметом листяні дерева з часом починають плодоносити і забезпечують подальше природне поширення листяних дерев у соснових лісах.

Німецькі лісівники постійно слідкують за санітарним станом соснових деревостанів і вчасно вирубують хворі або заражені стовбурними шкідниками дерева. На відміну від України, їм не потрібно скликати спеціальну комісію для обстеження санітарного стану дерев і закладати для цього пробну площу в насадженні. Німецькому лісничому для вирубування хворих дерев не потрібний ні дозвіл директора підприємства, ні лісорубний квиток. Службовий обов'язок лісничого полягає у постійному нагляді за санітарним станом дерев, щоб не допустити спалаху шкідників чи осередків хвороб. Тому, незважаючи на посушливе літо 2015 і 2016 р., у Німеччині, на відміну від України, не було масового всихання соснових насаджень.

У соснових молодняках німецькі лісівники зазвичай не проводять нерентабельних освітлень і прочищень. Вони дозволяють деревам пройти природний добір та диференціацію за розмірами. Лише після досягнення молодими деревами висоти 13-15 м та очищення стовбурів від нижніх гілок на висоту 6-8 м лісничі проводять відбір кращих екземплярів, т. зв. "дерев майбутнього" (М-дерев). Це мають бути найкраще розвинені дерева, які мають високу якість стовбура та життєвість. Такі М-дерева позначають фарбою, що полегшує роботу й економить час під час відведення дерев у наступні рубки догляду та заставляє робітників обережно звалювати і трелювати гірші дерева, щоб не пошкодити ростучі М-дерева. Крім того, на кращих деревах сосни у зимовий період проводять обрізування нижніх гілок з метою підвищення цінності деревостанів у майбутньому. Повторюваність проріджувань та прохідних рубок становить 5-10 років. Можливість їх проведення не регламентується мінімальною відносною повнотою

деревостану (тобто ці рубки догляду можна проводити за будь-якої повноти деревостану).

У майбутньому лісівники Німеччини будуть вирощувати сосну переважно як домішку в мішаних хвойно-листяних деревостанах з метою отримання високоякісної деревини. Панівною породою сосна залишиться лише на найбідніших ґрунтах.

Висновки. На території Німеччини соснові ліси найпоширеніші розповсюджені на півночі країни – у федеральних землях Бранденбург, Нідерзаксен, Заксен-Ангальт, Мекленбург-Форпomme рн та у Баварії.

Для підвищення біотичної стійкості, продуктивності та покращення товарної якості соснових насаджень потрібно формувати мішані різновікові соснові лісостани. Для цього доцільно застосовувати рубки переформування.

Перевагу потрібно надавати природному поновленню сосни звичайної шляхом проведення рівномірно-поступових рубок головного користування. Для попередження масового поширення шкідників і хвороб у соснових насадженнях треба своєчасно видаляти хворі чи свіжозаселені шкідниками дерева.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Bergmann H.** Wilhelm Pfeil und die Kiefer: eine Kommentierung aus gegenwärtiger Sicht. – Eberswalde: Brandenburgischer Forstverein e.V., 2009. – 102 S.
- Bestandeszieltypen für die Wälder** des Landes Brandenburg. – Potsdam, 2006. – 119 S.
- Bundeswaldinventur 2012:** <http://www.bundeswaldinventur.de>
- Cotta H.** Anweisung zum Waldbau. 4. Auflage. Dresden und Leipzig: Arnoldische Buchhandlung. – 1828. – 413 S.
- Ebeling K.** Kiefern-Eichen-Mischbestände – ein Betriebszieltyp mit Zukunft? Am Beispiel des staatlichen Forstamtes Sellhorn, Lüneburger Heide / K. Ebeling, U. Hanstein // Forst und Holz 44. – 1989. – S. 63-66.
- Gayer K.** Der gemischte Wald. Seine Begründung und Pflege, insbesondere durch Horst- und Gruppenwirtschaft. – Berlin: Paul Parey. – 1886. – 168 S.
- Heinken T.** Die natürlichen Kiefernstandorte Deutschlands und ihre Gefährdung / T. Heinken // Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Die Waldkiefer – Fachtagung zum Baum des Jahres 2007. Beiträge aus der NW-FVA, Band 2. – 2008. – S. 19-41.
- Huss J.** Durchforstungen in Kiefernbeständen / J. Huss // Forstw. Cbl. 102. – Jg. 1983. – S. 1-17.
- Klemmt H.-J.** Zum Wachstum der Kiefer in Bayern / H.-J. Klemmt, E. Uhl, P. Bieber, H. Pretzsch // Berichte der Bayerischen Anstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF Wissen 57). – 2007. – 88 S.
- Kmonitzek E.** Die Einwirkung eines Buchen- und Fichtenunterbaus auf den Bodenzustand und die Zuwachsleistung von Kiefernbeständen / E. Kmonitzek // Forstwissenschaftliches Centralblatt 52. – Jg. 1930. – S. 843-855, 878-897, 913-928, 952-964.

11. Knoke T. Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics / T. Knoke, C. Ammer, B. Stimm, R. Mosandl // European Journal of Forest Research 127. – 2008. – p. 89-101.

12. Lüdge W. Der Einfluß von Laubholzunterbau auf die Schädlingsdichte in den Kiefernbeständen der Schwetzingen Hardt / W. Lüdge // Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 142. – 1971. – S. 173-178.

13. Milnik A. Zur Geschichte der Kiefernwirtschaft in Nordostdeutschland. In MLUV: Die Kiefer im norddeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. – Band 32. – 2007. – S. 14-21.

14. Möller A. Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. – Berlin: Verlag von J. Springer. – 1922. – 108 S.

15. Müller J. Forestry and water budget of the lowlands in northeast Germany – consequences for the choice of tree species and for forest management / J. Müller // J. Water Land Dev. 13a. – 2009. – p. 133-148.

16. Oldenburg C. Der Einfluss kleinflächiger Waldumbauten mit Trauben-Eiche (*Quercus petraea* [Mat.] Liebl.) in Wäldern der Gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) auf die Laufkäferzönose / C. Oldenburg, M. Müller // Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 38. – 2004. – S. 131-140.

17. Posselt K. Kulla-Kultivator fördert Kiefern-Naturverjüngung / K. Posselt, F. Huth, S. Wagner et al. // AFZ-DerWald 20/2011. – S. 27-32.

18. Pretzsch H. Mischung und Produktivität von Waldbeständen. Ergebnisse langfristiger ertragskundlicher Versuche / H. Pretzsch, K. Bielak, A. Bruchwald et al. // Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 184 (7/8). – 2013. – S. 177-196.

19. Prietzel J. Humusveränderungen nach Einbringung von Buche und Eiche in Kiefernreinbestände / J. Prietzel // J. Plant Nutr. Soil Sci. 167. – 2004. – S. 428-438.

20. Schröder J. Zum Jugendwachstum der Eiche unter Kiefernschirm in Sachsen / J. Schröder, H. Röhle, D. Eisenhauer, S. Brand // Forstarchiv 77. – 2006. – S. 195-202.

21. Schröder J. Bewirtschaftung von Eichen-Kiefern-Mischbeständen im Nordostdeutschen Tiefland / J. Schröder, M. Elmer, R. Kätzel et al. // AFZ-DerWald 65. – 2010. – S. 6-8.

22. Wagner S. Einbringung von Laubbaumarten in Kiefernbestände auf armen Sanden im Nordosten Niedersachsens / S. Wagner // Forstarchiv 65. – 1994. – S. 3-9.

В.В. Лавный, Петер Шпатгельф

ПРАКТИКА ПРИБЛИЖЕННОГО К ПРИРОДЕ ЛЕСОВОДСТВА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ГЕРМАНИИ

В Германии сосновые леса занимают более 2,4 млн га, что составляет 22,3% от ее лесной площади. Согласно третьей Национальной инвентаризации лесов Германии в 2012 г., среднегодовой

прирост сосновых насаждений страны составляет 9,5 м³/га. Наиболее распространенными являются сосновые леса на северо-востоке Германии. Научные основы ведения хозяйства в сосновых лесах были заложены уже в начале и середине XIX века такими известными лесоводами как Гайнрих Котта и Вильгельм Пфайль.

Лесоводственной целью современного хозяйствования в производных сосновых древостоях Германии является постепенное их превращение в смешанные и многоярусные насаждения с участием широколиственных видов. Доказано, что смешанные древостои имеют более высокие темпы роста и устойчивость к неблагоприятным факторам среды по сравнению с чистыми сосновыми лесами. Таким образом, смешанные лиственно-сосновые насаждения считаются менее уязвимыми в современных условиях изменения климата. Рубки реформирования в чистых сосновых насаждениях начинают в зависимости от лесорастительных условий в возрасте 50-70 лет и комбинируют с подпологовой посадкой желаемых древесных пород. Продолжительность рубок реформирования составляет 40-50 лет. Средняя повторяемость рубки – 5-10 лет, а интенсивность – 50-60 м³/га.

При проведении рубок ухода в сосновых молодняках при верхней высоте 13-15 м выбираются так называемые “деревья будущего” – в последующем этим деревьям будут содействовать в росте до достижения ими целевого диаметра (40-60 см на высоте 1,3 м). Повторяемость прореживаний и проходных рубок в сосновых лесах Германии составляет 5-10 лет, а средняя интенсивность рубок ухода в зависимости от лесорастительных условий, полноты и состояния древостоя составляет около 40-70 м³/га.

Для обеспечения естественного возобновления сосновых лесов немецкие лесоводы применяют равномерно-постепенные рубки главного пользования (в основном трехприемные), небольшие сплошные рубки (площадью до одного га) или группово-постепенные рубки с диаметром “окон” 20-30 м. Преобладает полностью механизированная заготовка древесины, особенно на равнинной или слегка холмистой местности. Для содействия естественному возобновлению сосны часто проводят подготовку почвы так называемым “Kulla”- культиватором”. Кроме того, большое внимание уделяется постоянному контролю за санитарным состоянием сосновых лесов и предотвращению пожаров.

Ключевые слова: сосновые леса, Германия, лесоводство, рубки реформирования

V. Lavnyy, P. Spathelf

CLOSE TO NATURE FORESTRY PRACTICES IN PINE FORESTS IN NORTHEAST GERMANY

In Germany pine forests cover more than 2.4 Mio. ha, representing 22.3% of the land area covered by forest vegetation. According to the III. National Forest Inventory in Germany in 2012, the average annual increment of pine stands of the country is 9.5 м³/ha. Most common are pine forests in the Northeast Germany – many of them are still pure, even-aged forests. Scots pine stands were planted far beyond their natural distribution range due to the robustness and good growth of the species. Foresters, such as Cotta or Pfeil laid the scientific fundamentals for pine management and its extension already in the 19th century.

The silvicultural goal in these stands today is the gradual conversion into mixed and structured stands with the participation of broadleaved species. There is evidence that mixed stands often show higher growth rates and stress resistance compared to pure Scots pine stands. Thus, mixed broadleaved pine stands are seen to be less vulnerable against climate change. In the process of conversion the pure pine stands are opened at the age of 50-70 years and under planted with the desired admixed tree species.

In young stands so-called future crop trees are selected at a top height of 13-15 m; these trees are then continuously released until reaching the target diameter (40-60 cm at breast height). Intervention frequency in (mixed) pine stands is 5-10 years, and the average cutting intensity is around 40-70 м³/ha. The major silvicultural systems to regenerate pine stands are small-scale clear cutting (up to one ha) or strip cutting, shelter wood cutting or group selection cutting with the diameter of the group being 20-30 m. The duration of shelter wood or group selection cuttings (mostly with three interventions) is 15-20 years. In the final cutting operations fully mechanized systems dominate, especially on flat or slightly hilly terrain. Regeneration often requires slight soil preparation (with the so-called “Kulla cultivator”) in order to increase the germination success of pine seeds. Furthermore, emphasis is laid on the monitoring of the sanitary status of the pine forests and fire prevention. Desiccated or dying trees are harvested in salvage cutting operations.

The future of Scots pine management in Germany is the admixture of pine to other tree species (mostly broadleaved) of the natural vegetation with the aim of producing valuable timber in resilient multifunctional forests.

Key words: Scots pine forests, Germany, silviculture, conversion felling